

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ХОЛОДА



**VI Международная
научно-техническая конференция**

**«НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ
И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В XXI ВЕКЕ»**

(Санкт-Петербург, 13–15 ноября 2013 г.)

Материалы конференции



Санкт-Петербург

2013

УДК 664; 621; 304; 338
ББК 31.392; 31.31; 36; 65; 74.58 Н61

VI Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке» (Санкт-Петербург, 13–15 ноября 2013 г.): Материалы конференции. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 818 с.

ISBN 978-5-7577-0443-2

В сборнике представлены материалы конференции по следующим направлениям: низкотемпературная техника и системы низкопотенциальной энергетики, криогенная техника и технологии, системы кондиционирования и жизнеобеспечения, теоретические основы тепло- и хладотехники, пищевые технологии, пищевые биотехнологии, техника и процессы пищевых производств, промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов, экономика и управление производством в отрасли, высшая школа XXI века.

Редакционная коллегия: А.В. Бараненко, И.В. Баранов, А.А. Малышев, Е.И. Борзенко, М.А. Макаrenchенко, М.В. Яковлева, А.В. Цыганков, О.Б. Цветков, Л.А. Забодалова, В.С. Колодязная, А.Л. Ишевский, В.А. Арет, Т.В. Меледина, А.Г. Шлейкин, О.И. Сергиенко, В.Л. Василенок, Н.А. Шапиро, И.Г. Сергеева, С.В. Полатайко.

Рекомендовано к печати научно-техническим советом университета



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

ISBN 978-5-7577-0443-2

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2013

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

УДК 536

THE REFRIGERANT'S FUTURE: THE PHASE DOWN OF HFCs AND ITS CONSEQUENCES

Didier Coulomb

International Institute of Refrigeration (IIR)

www.iifiir.org

The International Institute of Refrigeration (IIR) is an independent intergovernmental science and technology based organization which promotes knowledge of refrigeration and associated technologies that improve quality of life in a cost-effective and environmentally sustainable manner including:

- Food quality and safety from farm to consumer
- Comfort in homes and commercial buildings
- Health products and services
- Low temperature technology and liquefied gas technology
- Energy efficiency
- Use of non-ozone-depleting and low global warming refrigerants in a safe manner

Founded in 1908 with the head office in Paris, the IIR comprises 60 member countries (both developed and developing) including of course Russia, 500 experts and 600 corporate and private members: private companies (refrigeration equipment, public services, food and pharmaceutical sectors...), consultants, academics, students...

The information services provided are the refrigeration portal with almost 100 000 references, the publication of Journals, Books, Informatory Notes, and Statements, the organisation of Conferences and Working Parties...

1. Increasing energy and environmental challenges

a) Increasing needs of refrigeration

Temperature is a key variable in physics, chemistry and biology. It characterizes the state of matter (liquid, solid, gas) and is vital for all living beings (pathogens as well as humans).

Refrigeration is everywhere:

- Cryogenics (petrochemical refining, steel industry, space industry, nuclear fusion...)
- Medicine and health products (cryosurgery, anaesthesia, scanners, vaccines...)
- Air conditioning (buildings, data centres...)
- Food industry and the cold chain
- Energy sector (including heat pumps, LNG, hydrogen...)
- Environment (including carbon capture and storage), public works, leisure activities...

Moreover, because of the role refrigeration plays in providing safe food and drugs as well as avoiding post-harvest losses (3 times more losses in developing countries than in developed countries due to the lack of refrigerating equipment); and because of the role air conditioning plays for human health and well-being along with information technologies, there is an increasing need for refrigeration, including air conditioning. There will be an increase in the global population, particularly in Africa and South Asia

where these needs are already major ones. This population will double in urban areas of developing countries by 2050, increasing the need for a cold chain and westernized models.

Accordingly, there will be two consequences:

- Refrigeration, including air conditioning, represents about 15% of global electricity consumption and even more than 20% in countries like the USA. The current increase has indirect consequences on global warming because of electricity production with fossil fuels. The price of electricity will increase because of increasing costs of new energy sources and there could be an increasing lack of power infrastructure.
Reducing energy consumption of refrigerating systems is necessary.
This consumption is linked to the refrigerant used in the system.
- Vapor-compression systems will remain predominant in the medium term and thus we will need more refrigerants

b) the refrigerants issue

According to the Montreal Protocol, production and consumption of Chlorofluorocarbons (CFCs) and Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) in developed countries are or will be phased out by 1996 and 2020 for CFCs and HCFCs respectively, and by 2010 and 2030 in developing countries.

They are depleting the ozone layer. They also are potent greenhouses gas, about 1000 to 10 000 times compared to carbon dioxide (CO₂).

Since the global warming potential (GWP) of CFCs is about 5 times the GWP of HCFCs, the replacement of CFCs by HCFCs was good, both for the ozone layer and climate change. Thanks to the Montreal Protocol, the ozone layer will recover within a few decades and the phase-out of CFCs firstly decreased CO₂ equivalent emissions. However, the production and consumption of HCFCs increases; they are progressively replaced by Hydrofluorocarbons which do not deplete the ozone layer but generally are as potent greenhouse gases as HCFCs. Both currently represent less than 2% of CO₂ equivalent emissions. Due to increasing needs for refrigeration equipment, they would represent about 7% in 2050, which is not negligible. They are included in the Rio Convention on climate change as well as CO₂ and people would like to reduce their HFCs emissions used mainly in refrigeration and air conditioning (80%) and in foams (10%); their use seems thus limited to certain sectors and the manufacturers are few. It seems to be much easier to phase-down HFCs emissions than CO₂ emissions even if CO₂ is the main greenhouse gas.

The phase-out of CFCs and HCFCs is a success due to manufacturers' interest which could provide new refrigerants, creating a new market, with new patents. It could be the same with the currently used HFCs which could now be replaced by low GWP HFCs, including hydrofluoroolefins (HFOs). HFOs manufacturers were pleased with the accelerated phase-out of HCFCs and since 2009, would be pleased with a phase-down of HFCs provided that the amounts were weighted according to their GWP. In addition, their lifetime within the atmosphere is much lower than the lifetime of CO₂: in a short term perspective, phasing down HFCs is more efficient than phasing down CO₂ emissions. Hence there are negotiations at an international level.

2. International negotiations

a) The discussions in United Nations (UN) conferences

There are two parallel processes: Montreal Protocol conferences trying each year to improve its achievements and UN climate change conferences, trying each year to find an agreement and a process to reduce greenhouse gas emissions and to help developing countries adopt adequate technologies. Each Conference has its own secretariat within the United Nations Environmental Programme (UNEP). Financing resources for developing countries are different. Country representatives are often different in these parallel processes.

Following a study exaggerating the threat to the climate by HFCs published in 2009, North America (USA, Canada, Mexico) on one side, Micronesia and various islands on the other side, simultaneously proposed each year, starting in 2009, similar amendments to the Montreal Protocol in order to phase down HFCs. For instance, the 2013 American amendment proposal is the following:

The baseline is the average of the production and consumption of HFCs and of 85% of HCFCs for developed countries (90% of HCFCs for developing countries) weighted by the GWP; the objective is 15% of the baseline for HFCs in 2033 in developed countries (2043 for developing countries); the first step would be -10% in 2016 for developed countries and +0% in 2018 for developing countries. HFOs are not in-

cluded in that proposal, considering that HFOs are different than HFCs, even if it was the contrary in the previous years. HFCs production and consumption would be phased down with the tools of the Montreal Protocol (people and procedures of the Protocol).

Progressively, most countries supported the will to phase down HFCs within the Montreal Protocol, with various motivations: the European Union and other West European countries (Norway, Switzerland) would like to do the same in their region for environmental reasons and it would be better for them not to be alone; poor developing countries, particularly African countries, and island countries, which do not produce refrigerants and refrigerating equipment and would be the victims of global warming.

Some others do not agree since the beginning:

"emerging" countries, of which India is the "leader", followed by China and Brazil, which probably could agree with some compensations: they would like to protect their refrigeration and refrigerants industry; Gulf countries and some other Middle East countries, which were always reluctant to measures against global warming and currently do not find clear solutions for air conditioning in hot climates; some Latin American countries which regularly criticize US lack of involvement against global warming; countries in transition such as Russia do not currently have a clear position.

Twice a year debates took place during UN Conferences on the ozone layer. However, no decision could be taken since it required an agreement of all the parties involved in the Montreal Protocol (e.g. all the UN countries). During yearly Conferences on climate change, the subject was a small one among many others and was only officially mentioned in 2012, when the subject became a "hot" political subject.

The debates were essentially technical with the participation of industry representatives from major countries and of environmental non-governmental organizations. Since 2012 they have progressively become political. A new initiative of Hillary Clinton on short-lived substances compared to CO₂ (especially including HFCs) took place in 2012, followed by a declaration in the conclusion of Rio+20 in June 2012, adopted by 191 countries. In 2013, the presidents of the USA and of China declared an agreement to phase down HFCs, followed by a joint declaration of the US President and of the India Prime Minister.

A declaration of the G20 took place also in Saint Petersburg in September 2013.

Despite these declarations, some countries, including India, still refuse to create an official forum of discussion on the amendments to the Montreal Protocol and on the possibility to phase down HFCs within this Protocol (situation after the yearly UN conference on the ozone layer, which took place end of October 2013).

b) The European Union case

At the beginning of the century, some countries, in Northern Europe (Denmark...) imposed taxes and bans on HFCs in order to reduce greenhouse gas emissions. In 2007, the European Union decided to implement two measures:

- A mobile air conditioning directive (MAC directive) progressively banning refrigerants with a GWP higher than 150 in cars. At the time, the main refrigerant used in cars was the R134a, which GWP is about 1300. The only possibilities of a refrigerant replacement were R152a, a slightly flammable refrigerant, CO₂, which was already experimented but not used and the promising unsaturated HFCs (HFOs) which still did not exist. The first deadline was the ban on refrigerants with a GWP higher than 150 for new series of cars in 2013.
- The fluorinated gas (F-gas) regulation which imposed training and certifications for people having to manipulate F-gases and certifications for companies using them, as well as obligations of annual reports on the refrigerant uses. Afterwards, this regulation had to be adapted by each European country in its own regulation. Some were just implemented this year. The regulation had to be reviewed in 2012.

In parallel, the European Union decided to phase out HCFCs earlier than the Montreal Protocol requested: in 2015, when it will be impossible to charge equipment with HCFCs, including recycled ones.

The review process of the F-gas regulation started in 2010. Very rapidly, taking into account the fact that the current F-gas regulation could only stabilize emissions (which is already a good result), the Commission proposed to phase down production and consumption of HFCs, similarly to the North American proposal. The Commission officially submitted its proposal to the member states and the European Parliament in November 2012 and presented it to all the Parties of the Montreal Protocol as an example to be followed.

The Commission's proposal is the following (summary):

- Refrigerated transport will be included in the new F-gas Regulation;
- The duration of the availability of the controls will depend on the GWP of each refrigerants;
- Training and certification obligations should be reviewed and are also recommended for natural refrigerants;
- Freeze in 2015 then progressive reduction of CO₂ equivalent HFC consumption: 93% in 2017, 63% in 2020, 45% in 2023, 31% in 2026, 24% in 2029, 21% in 2030; (This phase-down is similar to that proposed by North America).
- HFCs with a GWP higher than 150 should be banned for small hermetic systems in 2015;
- HFCs with a GWP higher than 2500 should be banned in 2017 and those with a GWP higher than 150 should be banned in 2020 in commercial refrigeration;
- HFCs with a GWP higher than 150 should be forbidden in air-conditioning systems in 2020;
- Pre-charged equipment imports should be banned in 2015.
- This proposal was then amended by the Commission of Environment of the European Parliament:
 - The final step should be 16% in spite of 21% in 2030;
 - Shorter delays to phase out high GWP refrigerants in various applications;
 - A tax of 10€/t of CO₂ eq. on the market should be imposed.

These proposals shall now be negotiated between the European Council, the Commission and the Parliament.

The aim is to reach an agreement at the beginning of 2014 before the European Parliament elections in order to implement it in 2014.

Environmental Non-Governmental Organizations and Green Parties (particularly active in the Parliament) would like to strengthen the regulation, as well as some Northern European countries. Southern countries are less ambitious or would like to implement national taxes on HFCs for environmental and budgetary reasons: Spain will implement a tax, 20€ per ton of CO₂ equivalent, similar to the Danish tax in 2014; France is trying to create a tax at a European or national level...European companies agree with a phase down of HFCs but would like less ambitious final goals than the Commission and no bans or taxes, only quotas of HFCs for manufacturers and importers.

Concerning the implementation of the MAC directive, most car manufacturers decided to use R1234yf, an HFO produced by DuPont and Honeywell for new series of cars. However, Daimler Benz did not implement the regulation, considering that R1234yf being mildly flammable is not acceptable and that their preferred refrigerant, CO₂, still requires more technical developments.

3. A future phase down of HFCs

a) The time schedule

There will be no progress in international discussions on a phase down of HFCs without progress in international discussions on climate change. Despite general political commitments, India in any case will refuse any decision without a general framework provided by the UN Convention on Climate Change (UNCC). 2015, the first key date was set as the deadline for an international agreement on measures concerning climate change to start in 2020. A UN Conference will be organized in Paris at the end of 2015. People hope it will be possible to have a general commitment on greenhouse gases including HFCs which could be phased down under the Montreal Protocol methods possibly starting before 2020.

Consequently it is very likely that the phase down time schedule proposed by North America will be delayed. At least the deadline for developed countries would be delayed until 2040 and the deadline for developing countries until 2050, instead of 2033 and 2043 respectively, with a starting point delayed at the end of the decade. The European Union and other European countries such as Norway or Switzerland could start and end before, as they did for the phase out of CFCs and HCFCs: about 5 years before the deadlines of the developed countries. This time, taking into account the little progress made on climate negotiations, the European "advance" could be almost 10 years. Is it an advantage?

Countries in transition such as Russia would have the same time schedule as developing countries. Another possibility could be the absence of any agreement but only voluntary commitments. However the results could be similar since major refrigeration equipment producers including Chinese manufacturers are ready or almost ready to change and would push their governments. As soon as these manufacturers

will have changed their core production in their plants, old refrigerants will be rare and more costly. Being years in advance can be a problem; being the last one to change is also generally a problem. In any case, every country should start to prepare a phase down since many issues to be considered would take several years to be solved: implementation of technologies as well as safety regulation issues. Each country will have to define a strategy sector by sector.

The maturity of each sector is different. In some, such as domestic refrigeration, technically proven and widely available commercial solutions have existed for a long time; in others such as commercial refrigeration, solutions are progressively being implemented; in others, such as air conditioning, we are only at a technical and commercial starting point while many issues remain to be solved. Currently developing countries have to propose and implement HCFCs phase out plans. The perspective of a future phase down of HFCs must be taken into account in choosing a strategy for the phase out of HCFCs in order to avoid permanently changing the technologies with related costs: CFCs then HCFCs then HFCs then others...

b) Future technical solutions and safety consequences

A first and obvious solution is to try to implement technologies without any refrigerant in order to solve all the current problems and possible future regulations. However, for the moment other technologies are only niche technologies which are generally more costly with limited refrigeration capacities or limited efficiency. Technical developments and sometimes real scientific breakthroughs can be necessary. The most promising ones in a mid-term perspective are:

- Absorption and adsorption technologies, particularly if they are linked with new energy sources, such as solar energy, waste lost energy....More and more countries are interested in this, in Southern Europe, Africa, Asia and Australasia particularly.
- Magnetic refrigeration: following scientific results in developing new magneto-caloric materials for a dozen of years, various prototypes were developed in Europe, Eastern Asia and North America. First domestic equipment using magnetic refrigeration might be commercialized next year in Western Europe.
- Cryogenics: liquid nitrogen or solid CO₂ could be disseminated in the place to be refrigerated. In Europe and the USA industrial trials in refrigerated transport have been carried out for silent night time deliveries made in town centers.
- Other technologies, such as thermoelectric cooling, have not progressed significantly during the past years.

A second possibility is to reduce leakage: progress margins exist as a result of important variability within similar equipment working under similar conditions. This is the aim of the current F-gas regulation in Europe, which already has a significant impact. Training, which will take some time, is the biggest obstacle. However, reducing leakage has clear advantages in terms of savings and safety when using harmful refrigerants (See below).

Apart from training and certifications, reducing the refrigerant charge is also a way to reduce the quantity of emissions if leakage. This also concerns both safety and the reduction of greenhouse gas emissions. Consequently, research and development focus on all refrigerants, on secondary fluids (which allow both a refrigeration charge reduction and a containment of harmful refrigerants) as well as mini and micro channels within the refrigerating equipment.

Last but not least, choosing a low-GWP refrigerant is the most frequently discussed solution. It is also necessary on a mid-term perspective if we want to reduce and not only stabilize emissions. The definition of a low-GWP refrigerant (which limit of a GWP?) could be a delicate issue, at least at an international level.

Hence, the proposal to only organize a phase down of HFCs based on CO₂ equivalent emissions is the most pragmatic way to obtain an agreement: we can then have a sector by sector approach, taking into account the different properties of refrigerants which depend on the various applications. We also need a differentiated regional approach, since for instance the average external temperature has an influence on the energy efficiency of the refrigerant.

Some HFCs already have a relatively low GWP compared to the current HFCs used, for instance R32. Others have a very low GWP, similar to CO₂: the HFOs. Refrigerant manufacturers are now developing various mixtures HFCs-HFOs-Hydrocarbons, as they previously developed mixtures of CFCs and HCFCs. These mixtures are adapted to various applications used in optimizing energy efficiency with the GWP of refrigerant and flammability issues.

Natural refrigerants, which are more and more considered in the perspective of a phase down of HFCs also exist. Ammonia which has been used successfully for more than 100 years, is one of the best refrigerants but is also toxic. CO₂ was abandoned in the XXe century and then newly developed during the 90s in Northern Europe: it is now developing fast, especially in commercial refrigeration in Europe and Japan and is progressively used in higher temperatures thanks to technological improvements. Hydrocarbons are very efficient refrigerants but highly flammable. They are progressively used in smaller refrigeration and sometimes in air conditioning equipment both in developed countries and in developing countries particularly in China.

Key elements to be taken into account when choosing a low-GWP refrigerant:

- Energy efficiency and life cycle performance of the whole system; worldwide and local industrial strategies as well as prices and availability of various refrigerants followed by investment and working costs;
- Safety issues which will be the most challenging in the next few years since most low-GWP refrigerants are mildly (most low-GWP HFCs) or highly flammable (hydrocarbons), toxic (ammonia) or working with high pressures (CO₂).

There are several strategic issues. First, there is a will to create new standards at an international level (ISO particularly) especially with the creation of a new class (A2L) of mildly flammable refrigerants, containing R32 and HFOs. It would facilitate the adoption of these refrigerants in various applications. Secondly, regional and national regulations concerning safety are relatively old and based on previous technologies in a different context where suitable solutions with high GWP refrigerants were possible. They certainly have to be reviewed. A comparison within the various national regulations is of great interest. Some countries have recently started to review these regulations: hydrocarbons in the USA, ammonia in France...

Conclusion

A phase down of HFCs will take place very soon in Europe and in the future most likely everywhere in the world, even if the ways countries will implement it are often unknown and will certainly vary country by country. We need to prepare it now.

Training engineers and technicians worldwide in a rapidly developing and changing sector is necessary. Improving and developing new technologies requires increasing research in universities and companies.

Belonging to a worldwide scientific and technical network in order to know the true information, the best practices, the various regulations, the newest innovations and evolutions (technologies are moving fast), is necessary. This is the role of the IIR.

УДК 664

ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.Н. Красильников

ООО «Протеин плюс», Санкт-Петербург, Россия

Динамика и процессы трансформации современного продовольственного рынка заставляют обратить внимание на аспекты стратегического развития.

Стратегия развития должна быть инновационной. Основные направления инновационной стратегии – это поиск новых уникальных продуктов, новых технологий, нового сырья, новых критериев качества, новых услуг и иных факторов уникальности. Итог инновационного процесса – создание конкурентного товара, который является продуктом технологического процесса. Многостадийность инновационного процесса, каждая стадия которого требует профессиональных знаний, схематично представлена на рис. 1.



Рис. 1. Знания, необходимые для создания инновационного продукта (Эрл М. и др. 2007г.)

Из представленной схемы видно, что все стадии инновационного процесса требуют от производителя сочетания эффективных НИОКР, производства и маркетинга.

Сегодня в пищевой промышленности и общественном питании таким инновационным процессом является создание и производство продуктов питания группы «Здоровье», к которым относятся, прежде всего, продукты функционального и специализированного назначения.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 функциональный пищевой продукт определяется как «пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов».

Термином продукты питания специализированного назначения обозначают пищевые продукты, предназначенные для специализированной диетической потребности. К ним относятся пи-

щевые продукты для лиц, занимающихся спортом и интенсивным физическим трудом, пищевые продукты, предназначенные для снижения веса, продукты с низким содержанием соли и другие.

Современные тенденции в производстве и разработке продуктов функционального и специализированного назначения обобщены в таблице 1.

Таблица 1

Классификация продуктов функционального и специализированного назначения

№	Типы	Особенности состава, примеры
1	Натуральные продукты питания, использующие природные комплексы эссенциальных нутриентов и/или биологически активных веществ.	Вновь интродуцированные культуры; стародавние сорта, свойственные данному этносу; продукты национальной и региональной кухни.
2	Обогащенные, в т.ч. витаминизированные продукты питания	Продукты, обогащенные разнообразными функциональными ингредиентами (пищевые волокна, антиоксиданты, пребиотики, пробиотики и т.д.). Пример: пробиотический шоколад, зерновые завтраки с отрубями и т.д.
3	Продукты питания, исключая присутствие определенных ингредиентов	Продукты, связанные с непереносимостью отдельных пищевых веществ. Пример: безлактозное молоко, безалкогольное пиво, безглютеновый хлеб и др.
4	Искусственные (сконструированные) продукты питания	Продукты с заданной текстурой и потребительскими свойствами. Пример: маргарины, спреды, мороженое и т.д.
5	Нанотехнологические продукты питания (нанопища)	Продукты со строгой пространственной организацией молекул. Пример: липосомы и наноэмульсии
6	Продукты питания, сконструированные на основе генетических предпосылок (генетическое питание)	Новое направление, основанное на результатах исследования в области нутригеномики, нутригенетики, фармакогеномики, фармакогенетики.

Рассмотрим вкратце каждую из этих групп.

1) Безусловно, употребление разнообразной пищи с большим содержанием растительных пищевых продуктов считается оптимальным способом получения необходимых для организма физиологически активных нутриентов. Комбинации многочисленных физиологически активных веществ, присутствующие в плодах, овощах и вегетативной массе растений, их вероятный, еще плохо изученный синергизм, обеспечивают адекватный уровень наших потребностей в этих нутриентах. Именно поэтому натуральные продукты, содержащие природные комплексы эссенциальных нутриентов, являются сырьевой основой для производства продуктов питания группы «Здоровье». Необходимо отметить, что для отечественных разработок характерно создание продуктов функционального и специализированного назначения на основе и с использованием разнообразных сырьевых форм культурной и дикорастущей флоры.

Но в настоящее время мы используем не более 30% суммарного генофонда растительных ресурсов. Для более полного использования биологического и экономического потенциала растений требуется систематическое и детальное исследование всего разнообразия форм культурных растений, включая сорта народной селекции и староместные сорта, а также дикорастущие виды культивируемых растений.

Во многих странах отмечена активность в области исследования вторичных метаболитов растений и их оздоровительных свойств в продуктах функционального питания. Достаточно упомянуть о базе данных университета штата Иллинойс (Чикаго), в которой собрано около 50 000 публикаций об оздоровительном действии вторичных метаболитов растений. С нашей точки зрения, актуально проведение подобной работы по обобщению результатов исследований биохимического состава отечественной флоры. Растительный мир, наряду с другими природными ресурсами, такими как газ и нефть, является одним из главных достояний России. В настоящее время

закончилась индустриальная эпоха. Мы вступили в эпоху биотехнологическую. В эту эпоху проблема агробиоразнообразия приобрела глобальный характер. Ценность и значение генетических ресурсов растений возросла благодаря развитию геной инженерии и биотехнологии. Необходимо заявить, что в ближайшей перспективе приобретет актуальность и такая проблема как функциональное питание и трансгенные растения. Очевидные успехи и перспективы получения новых трансгенных форм с заданными биохимическими свойствам диктует и такую постановку проблемы как создание определенных форм трансгенных растений для производства продуктов питания функционального и специализированного назначения с заданным набором медико-биологических и технологических свойств.

2) Для производства обогащенных (усиленных) продуктов питания существуют признанные научно-обоснованные концепции. Разработаны «Общие принципы по добавлению незаменимых нутриентов в пищевые продукты», которые были представлены Комитетом по питанию и пищевым продуктам специального диетического назначения (CCNFSDU) и приняты Комиссией Кодекс Алиментариус с поправками в 1987-1991гг. Во многих странах программы по обогащению пищевых продуктов имеют статус государственных и используются в целях ликвидации или снижения дефицита микронутриентов и улучшение здоровья населения. Дальнейшие инновационные разработки в этой области будут определяться появлением новых нутрицевтиков, перспективных для использования в качестве ингредиентов функциональных продуктов питания. К их числу принадлежат пептиды и белки-дефензины. В практике это направление является основным способом формирования свойств, обеспечивающих заявленную пользу для здоровья.

3) Продукты питания типа «free from», исключающие присутствие определенных ингредиентов, относятся к той группе продуктов специализированного назначения, производство которых развивается весьма динамично. По данным Euromonitor International за период с 2005г. по 2006г. наибольший рост продаж специализированных продуктов типа «free from» наблюдался в Северной Америке (прирост 22% в год). Затем следовала Латинская Америка – 21%, Азиатско-Тихоокеанский регион – 19%, Западная Европа – 11%. Восточная Европа показала более медленный рост – 9%. Динамика технологических разработок в этой области также положительна. Особо хотелось бы отметить отечественные технологические разработки в области безглютеновых продуктов питания как одного из продуктов типа «free from».

4) Говоря об искусственных продуктах питания, необходимо отметить фундаментальные научные и прикладные разработки отечественных ученых, принадлежащих к школам Покровского А.А. и Несмеянова А.Н. Во второй половине 20-ого века специалистами этих школ были разработаны теоретические основы взаимодействия белок-белок и белок-полисахариды, благодаря которым формируется текстура пищевых продуктов (Толстогузов В.Б.); разработаны химические основы формирования таких органолептических свойств продуктов как вкус и запах (Головня Р.В.); предложены химические и энзиматические процессы синтеза пищевых аминокислот и пептидов (Беликов В.М.), разработаны биохимические обоснования концепции сбалансированного питания, биохимические принципы лечебного питания и биохимические принципы рассмотрения пищи как сложного фармакологического комплекса (Покровский А.А., Самсонов М.А., Тутельян В.А., Высоцкий В.Г.). Научную концепцию функционального питания невозможно представить без фундаментальных работ Уголева А.М. в области физиологии пищеварения, без предложенной им новой междисциплинарной науки трофологии.

«Учение о трофологии и трофологический подход позволяют рассматривать процесс ассимиляции пищи из желудочно-кишечного тракта не только как источник питательных веществ и энергии, но и как источник различных гормонов и биологически активных веществ, поступающих и образующихся в желудочно-кишечном тракте, а также балластных веществ, необходимых для жизнедеятельности микрофлоры и образования вторичных нутриентов, в том числе регуляторных» (Ткаченко Е.И., 2002г.)

5) Создание нанотехнологических продуктов питания и продуктов питания, сконструированных на основе генетических предпосылок, являются новейшими исследовательскими направлениями.

В случае нанобиотехнологии предметом исследований являются биотехнологические системы с функциональными компонентами нанометровых масштабов (Hartmann, 2003). Для этих случаев, как правило, характерно сочетание таких подходов, как нанотехнологическая задача, биотехнологическая методика, исследование молекулярной самоорганизации. Различают два типа таких подходов: от нано к био и от био к нано.

На основе подхода от нано к био создаются микроэмульсии. В отличие от макроэмульсий микроэмульсии прозрачны и термодинамически стабильны. Размер частиц варьирует в диапазоне от 20 нм до нескольких мкм. Подход от био к нано демонстрируется на примере липосом. Биологические структуры в процессе эволюции приобретают уникальные свойства к самоорганизации. В частности, такими структурами являются фосфолипиды, которые самоформируются в липосомы. Липосомы являются закрытыми везикулами (капсулами), образованными бислоями полярных липидов. Внутри которых могут быть заключены гидрофильные, гидрофобные или амфифильные вещества. Липосомальные технологии имеют большой потенциал для применения в таких областях как фармакология, диагностика, косметика, продукты питания специального назначения, лечебное питание. Липосомы можно рассматривать как одну из форм доставки нутрицевтиков.

б) Несколько слов о так называемом генетическом питании. Современные достижения в генетике и молекулярной биологии указывают, что восприимчивость к хроническим заболеваниям таким как сердечно-сосудистые, диабет, ожирение, остеопороз, алкоголизм, рак и некоторые другие в значительной степени предопределены генетически. Поэтому знание нашей генетической индивидуальности с учетом, естественно, факторов окружающей среды, будет корректировать питание, фармакотерапию и стиль жизни. Но разработка таких рекомендаций возможна при одновременном развитии таких направлений в нутрициологии как нутригеномика и нутригенетика. Индивидуальные диетические рекомендации будут принимать во внимание генетическую предрасположенность и надлежащую энергетическую потребность.

Характерные особенности этой области научных исследований и производства:

- 1) Отчетливый социальный аспект, направленный на а) решение проблемы адекватной обеспеченности населения микроэлементами и устранение дисбаланса в обеспеченности пищевыми веществами, связанного, как правило, с региональными особенностями структуры питания; в) профилактику и лечение наиболее распространенных алиментарно-зависимых болезней цивилизации (сердечно-сосудистые заболевания, ожирение, диабет и др.); с) решение проблемы генетической предсказуемости диет для отдельных людей, их семей, отдельных групп в популяции, в частности социальной адаптации лиц с наследственными энзимопатиями;
- 2) Производство функциональных продуктов питания является наукоемкой отраслью пищевой промышленности. Она ориентирована на системные исследования, их междисциплинарный характер, на решение задач производства на базе комплексных теоретических исследований и привлечение методов, средств смежных отраслей техники и промышленности, химии, медицины, биологии, общественных наук. В настоящее время организация технологических исследований предусматривает знание нутрициологии, психологии питания, социологии питания, пищевой экологии, педагогики питания (современные проблемы школьного питания);
- 3) Производство функциональных и специализированных продуктов питания следует рассматривать как явление макроэкономического порядка, одним из направлений развития мирового хозяйства и областей международных экономических отношений. В последние 15-20 лет для всех стран мира одним из важных факторов, формирующим направления научно-технического прогресса стали требования к охране окружающей среды, безопасности и здоровья человека. Становление нового сектора продуктов питания сопряжено с изучением биологического разнообразия планеты как источника биологически активных компонентов для продуктов группы «Здоровье» с заданным химическим составом. Ценность и значение генетических ресурсов возросли благодаря развитию геномной инженерии и биотехнологии. В мире возникла и устойчиво развивается тенденция защиты окружающей среды и природного биоразнообразия через регулирование экономических отношений, складывающихся в процессе производства, распределения и потребления возобновляемых ресурсов растительного происхождения.
- 4) Наконец, необходимо принимать во внимание такие структурные изменения мирового хозяйства как сформировавшийся рынок товаров и услуг, мировой рынок НИОКР и информации. Динамика технологических разработок в области продуктов функционального и специализированного назначения возрастает, о чем свидетельствует увеличение в 2,5-3 раза прироста патентования в 10 странах мира за период с 2004 по 2007 гг. Постепенно возрастают объемы производства и продаж продуктов функционального и специализированного назначения. Например, по данным Euromonitor International в Англии за период с 2007 по 2012 гг. ожидаемый рост продуктов только одного сегмента (специализированные продукты типа free from) составили 354 млн. фунтов. Технологии и продукты функционального питания могут стать одним из ресурсных потенциалов России.

В международной хозяйственной практике сложились основные принципы формирования и регулирования инновационных процессов.

Общий принцип состоит в том, что «инновационный потенциал отдельной страны нельзя измерять конкретными изделиями, его следует понимать как постоянную, пронизывающую всю экономику, способность создавать и применять пионерные технологические новшества» (National Research Council report on international competition in advanced technology, US Senate, 98-th Congr, Wash, 1983, p.13)

Наиболее существенным фактором, формирующим инновационную активность, является экономическая деятельность государства, в частности специальная инновационная политика.

Особенности государственной целенаправленной инновационной политики на примере США и Японии состоят в следующем:

- Формирование государственной научной политики, создание резерва фундаментальных научных идей, подготовки соответствующих специалистов для создания основы, на которой можно было бы осуществлять разработку новых технологий.

- Государственное участие в финансировании НИОКР, особенно в сфере фундаментальных исследований. Во многих развитых странах государственные ассигнования на НИОКР составляют 45-50% от их стоимости. Одна из основных форм передачи государственных средств на научные исследования – заключение контрактов. Для системы государственной поддержки инновационного процесса характерно распределение целевого финансирования, когда финансовые ресурсы сосредотачиваются на приоритетных направлениях, наиболее значимых для экономического развития страны в целом.

- Установление эффективных долгосрочных связей между фундаментальной наукой и промышленностью путем организации центров инженерных исследований для решения проблематики, интересной для промышленности; путем организации специальных курсов обучения специалистов частных фирм в университетах и федеральных лабораториях.

- Меры специального характера, прямо направленные на стимулирование инновационной активности бизнеса:

- различные программы поддержки нововведений в малых фирмах;
- предоставление им рискованного капитала из государственных средств;
- разрешение патентования результатов исследований и разработок, проведенных в частных фирмах, за счет государства;
- передача университетам и малым фирмам прав на изобретения, сделанные на средства государства;
- гарантия фирмам-новаторам в приоритетных областях льгот в области налогового и амортизационного законодательства, предоставление льготных целевых кредитов, государственные закупки;

Скрытые формы финансовой поддержки зачастую действуют более эффективно в качестве стимуляторов инновации, чем прямое государственное финансирование.

В конце 20-го столетия в теории менеджмента и в мировой хозяйственной практике накоплен определенный опыт по управлению инновационным процессом. В рамках данного сообщения мы обратим ваше внимание на преимущества малого бизнеса при реализации инновационных процессов. Этот акцент не случаен, так как в зарубежной литературе приводятся многочисленные примеры того, как мелкие фирмы становятся пионерами в создании и освоении многих научно-технических достижений. По оценке Организации экономического сотрудничества и развития на долю мелких и средних фирм в развитых капиталистических странах приходится 10-20% всех новшеств, хотя их доля в расходах на инновацию составляет всего 4 – 5%.

Успех малых фирм в области инновации объясняется несколькими причинами:

- мелкие и средние фирмы эффективны в отраслях, в которых стоимость вхождения на рынок относительно невелика;
- мелкие и средние предприятия успешно действуют на рынке потребительских товаров, связанных с индивидуальными потребностями, скоропортящимся характером продукции и т.д.;
- мелкие и средние предприятия выпускают товары на узкий сегментный рынок, связанный с новейшими оригинальными товарами;
- для них характерна узкая специализация их научных поисков или разработка небольшого круга технических идей;

- другими преимуществами являются быстрая адаптация к рынкам, гибкость управления, гибкость внутренних коммуникаций.

Однако главная роль в успехе малых инновационных фирм отводится системе рискованного (венчурного) финансирования.

В нашей стране приняты «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года», которые утверждены распоряжением Правительства РФ от 25 октября 2010г. № 1873-р. Признано, что одной из задач государственной политики в области здорового питания является развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище, в том числе для питания в организованных коллективах.

Безусловно, данное постановление исключительно актуально, поскольку негативные тенденции в состоянии популяционного здоровья и продолжительности жизни населения России связываются с рядом объективных причин, одной из которых является неправильная структура питания, обусловленная дефицитом потребления основных групп пищевых продуктов: белков, витаминов, макро- и микро элементов, а также других биологически активных веществ.

В постановлении совершенно правильно обращается внимание, что основные задачи политики здорового питания должны решаться на региональном уровне с учетом специфики конкретного региона. Тем не менее, механизмы его реализации, касающиеся, прежде всего, финансовой поддержки инноваций в этой области, практически не обозначены.

С нашей точки зрения, учитывая мировой опыт хозяйственной практики, значительную роль в развитии производства продуктов питания функционального и специализированного назначения должен играть малый бизнес при адекватной поддержке со стороны государственных и региональных организаций. Это прежде всего связано с тем, что производство продуктов прежде всего специализированного назначения является малотоннажным и узко сегментированным. Данный тезис подтверждается условными расчетами, приведенными в таблице 2. Расчеты выполнены на основании данных, представленных Санкт-Петербургским медико-генетическим центром за 1995г.

Одной из форм участия малого бизнеса в реализации задач государственной политики в области здорового питания является создание малых инновационных предприятий при ВУЗах, имеющих специализированные кафедры.

Необходимо, чтобы инновационный потенциал России приумножался, в том числе за счет технологий продуктов функционального и специализированного назначения, и был главным преимуществом нашей страны перед конкурентами.

Ориентировочная потребность в специализированных продуктах при некоторых видах заболеваний детей Северо-Западного региона Российской Федерации

№ п/п	Патология	Рекомендуемый продукт	Численность больных детей (чел)	Потребность на общее число больных детей в год (т)
1	Пищевая аллергия	Сухая смесь на основе изолята соевого белка	5000	60,0
2	Галактоземия	Сухая смесь на молочной основе, освобожденная от лактозы	3	0,109
3	Лактазная недостаточность (первичная и вторичная)	Сухая смесь на молочной основе с низким содержанием лактозы	25320	455,8
			5100	91,8
4	Целиакия	Безглютеновые сухие каши	200	4,4
		Концентраты хлеба, кексы	200	7,3
5	Фенилкетонурия	Смеси на основе гидролизата белка, лишенные фенилаланина	40	0,73
		Другие виды продуктов (молочные заменители)	10	1,460
6	Муковисцидоз		200	4,3

Ассортимент продуктов функционального назначения.

№	Типы кулинарной продукции и ассортимент	Функциональное назначение	Авторы
1	Мучные кондитерские и хлебобулочные изделия -безглютеновые пряничные, хлебобулочные изделия; -безглютеновые кексовые изделия с использованием муки и изолята белка люпина; -безглютеновые вафельные изделия на овсяной муке и сахарозаменителях; -бисквитные и хлебобулочные изделия с альгинатами и ламинарией; -ржаные кексы из дрожжевого теста и теста на химических разрыхлителях; -хлебобулочные изделия, обогащенные фосфолипидами	Диетотерапия лиц с глютеновой энтеропатией. Обогащение белками. Диета для больных сахарным диабетом, дисбактериозы. Обогащение макро и микронутриентами, пищевыми волокнами, биологически-активными веществами. Обогащение эссенциальными фосфолипидами и полноценными жирными кислотами	Леонтьева Н.А. Барсукова Н.В. Мехтиев В.С. Попов В.С. Липатов И.Б. Быченкова В.В. Маркина В.Ю.
2	Соусы: холодные соусы и заправки на основе физиологически функциональных купажей растительных масел со сбалансированным жирнокислотным составом	Устранение дефицита ПНЖК, оптимизация жирнокислотного состава потребляемых масел	Шематов Д.В.
3	Блюда из круп: -каши, запеканки, крупеники на основе полбы	Обогащение пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами	Баженова И.А.
4	Блюда из рубленого мяса: -паштеты, котлеты мясные, куриные с добавлением люпиновой дисперсии	Обогащение белками, пищевыми волокнами, диетотерапия лиц с глютеновой энтеропатией	Панкина И.А.

Заключение.

- 1) Технологии пищевых продуктов функционального и специализированного назначения являются приоритетной областью исследований, наиболее значимой для экономического развития страны в целом и усиливающей ее конкурентные позиции на мировом рынке продуктов питания;
- 2) Существенная роль в коммерциализации технологических разработок в этой области принадлежит малым формам предпринимательства, которым необходима государственная поддержка, как важнейшая составляющая инновационного процесса.
- 3) Развитие и реализация современных направлений в пищевой технологии определяются формированием корпуса специалистов с высокой творческой мотивацией;
- 4) Необходима реализация арсенала законченных технологических исследований в рамках инвестиционных региональных программ, целью которых является совершенствование системы здорового образа жизни, улучшение социальной адаптации лиц, страдающих алиментарно-зависимыми заболеваниями, путем оптимизации питания, использования специализированных пищевых продуктов.

Список литературы:

1. Приоритеты развития науки и научного обеспечения в пищевых и перерабатывающих отраслях АПК: механизм формирования и реализации (часть II), под общей редакцией А.Н.Богатырева, В.И.Тужилкина. М.: Издательский комплекс МГАПП. 1995б. 226 с.

2. Красильников В.Н., Кузнецова О.И. «Регламент ЕС о продуктах оздоровительного действия. Проблемы и перспективы внедрения в молочной промышленности». Молочная промышленность. №7. 10 – 12. 2009.

3. Красильников В.Н. «Возобновляемые растительные ресурсы России как стратегический фактор в международных экономических отношениях и в обеспечении национальной и глобальной продовольственной безопасности» в монографии «Стратегический направления развития внешнеторговых отношений макрорегионов России по улучшению инвестиционного климата при сохранении экономической безопасности в условиях вступления в ВТО», монография под редакцией Н.В.Панковой, Л.Н.Борисоглебской, Санкт-Петербург, 2011. с.329 – 339

4. Красильников В.Н., Гаврилюк И.П. «Пищевые технологии: ожидания первой четверти XXI века», Пищевые ингредиенты, сырье и добавки, №2. 2009. с.30 – 33.

УДК. 339.336+364.254+504.75

СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ И РИСКИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ ЗАКОНА УБЫВАЮЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

А.Л. Ишевский

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

ishev.53@mail.ru

Основная проблема XXI века – мировой продовольственный кризис. Последнее десятилетие мировая индустрия продуктов питания переживает глубокий структурный кризис. Истощаются почвы, меняется климат, растет потребность в инвестициях и технологиях, которые большинство производителей просто не могут себе позволить. Политика дотаций сельхозпродукции в США, ЕС, Японии на протяжении многих лет вела к искусственному занижению цен на продовольствие, что вызвало деградацию производства в странах третьего мира. Рост населения и благосостояния населения стран Азии порождает постоянно растущую потребность в продуктах, которую мировой АПК уже не может обеспечить. Именно эти факторы в 2008-2012 привели мир на грань продовольственного коллапса. "Мировые запасы продовольствия в 2012 году опустились до рекордно низкого за последние 40 лет уровня, и любые погодные бедствия в странах-экспортерах продовольствия грозят глобальным продовольственным кризисом в 2013 году. Продовольственная и сельскохозяйственная организации ООН признают, что тенденция к удорожанию сохранится в ближайшие месяцы. «Мы не производим столько, сколько потребляем, именно поэтому запасы истощаются. В 2012 году потребление продуктов питания превысило их производство: так происходит уже в шестой раз за 11 лет. Цены на основные пищевые злаковые культуры, в том числе на пшеницу и кукурузу, сейчас близки к показателям, вызвавшим акции протеста в 25 странах в 2008 году. По прогнозам международного объединения Oxfam, цены на основные продукты питания, в том числе на растительный белок, за ближайшие 5 лет могут удвоиться. На протяжении шести из последних одиннадцати лет потребление продуктов питания превышало объемы производства. Планетарные продовольственные резервы сократились за 10 лет на треть: 10 лет назад запасов было достаточно на 107 дней, в 2012 году — лишь на 74 дня. За последние 11 месяцев цены на продовольствие выросли в девять раз, и запасы продовольствия находятся на экстремально низком уровне. В 2013 году не удастся застраховаться на случай непредвиденных обстоятельств», — вывод продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН.

Экономический уровень потребления определяет социальную степень значения скачка мировых цен на продовольствие. Если американская семья тратила около 6% от общей суммы расходов на продукты, индийская - 35%, а кенийские - более 45%. При этом в США, где проживает менее 5% населения планеты, потребляется около 50% растительного и более 50% мясного белка. Рост доходов потребителей в развивающихся странах вызывает увеличение спроса на мясной белок, а для производства, которого нужны зерновые культуры, поэтому земля становится дефицитным товаром. Кроме того, состояние биосферы не является временной. Климатические изменения уже выходят за рамки нормы. Вступая в социальную систему с нехваткой продовольствия, главными угрозами социума будут перемена климата, рост населения, уменьшение запасов воды и как следствие стремительный рост цен на продовольствие.

В начале 2012 г. министры сельского хозяйства из 20 стран приняли решение о создании фонда сельскохозяйственных культур и отмене экспортных ограничений. Население планеты к 2050 году увеличится до 9,2 млрд. человек. В 2010 году численность населения была равна 6,9 млрд. человек. Чтобы прокормить все население, планеты в 2050 году, объем мирового производства продовольственных товаров должно будет вырасти на 70%. В июне 2013 года, в Рио-де-Жанейро, на Конференции Организации Объединенных Наций "Rio+20", основной вопрос будет посвящен возможности полного пересмотра создания и распределения мирового продовольствия и воды. Предлагаются меры якобы берегающие человечество от голода, планету от перегрева и

мировой океан от катастрофы – новые "конституционные положения", "международные протоколы" и "единое восприятие" земельных и водных ресурсов, заменив взаимосвязанную сеть существующих договоров и соглашений. Однако раздробленный подход к решению проблем продовольственной безопасности не решает экологические проблемы. И если в развитых странах доля продовольствия в потреблении относительно невелика, то в странах "третьего мира" она значительна и по мере роста национальной экономики, растёт спрос и на продовольствие. Но при росте спроса, предложения не увеличиваются, а падают. Заниматься сельским хозяйством становится не выгодным. Фермеры уходят работать в город, где заработок в 3-5 раз больше. Устойчиво высокие цены, и недостаточные запасы продовольствия ставят под удар наиболее уязвимые группы населения. Но даже в регионах достаточно обеспеченных продовольствием, большинство жителей испытывают проблемы из-за роста цен на продовольствие.

Экспорт продовольствия является стратегической задачей России. Российский сельскохозяйственный потенциал (9% мировой пашни, 52% чернозёмных почв, 20% пресной воды) позволяет превратить страну в одного из крупнейших экспортёров продовольствия в мире.

Состояние и перспективы развития пищевой промышленности в Северо-западном регионе на момент вхождения в ВТО

Пищевая и перерабатывающая промышленность Санкт-Петербурга и Ленинградской области — это часть агропромышленного комплекса страны (АПК). До 1991 года в АПК производилось 97 % всего потребляемого в стране продовольствия, а население тратило почти 3/4 своих доходов на приобретение продуктов питания. Доля пищевой и перерабатывающей промышленности в общем промышленном производстве СПб и ЛО составляет около 15 %. В данном секторе преобладает смешанная и частная собственность. Однако, положение многих предприятий остается тяжелым вследствие недостатка средств для технического переоснащения, низкой покупательной способности населения, обуславливающей неполную загрузку производственных мощностей, отсутствия инвестиций, неудовлетворительного состояния отечественной сырьевой базы и высоких цен на импортное сырье.

Внутренние проблемы связаны, прежде всего, с нерешенными социальными проблемами, касающимися повышения благосостояния народа. Опосредованные данные Росстата, касающиеся факторов ограничения деловой активности организаций розничной торговли, показывают, что среди многих причин, сдерживающих товарооборот на розничном рынке, таких как налоговая нагрузка, арендная плата, транспортные услуги, наиболее высокий уровень сдерживания (54 %) приходится на недостаточный платежеспособный спрос населения. По данным Росстата, число людей, имеющих доходы ниже прожиточного минимума, составляет 18,5 млн. человек. Реальная заработная плата в 2012 г. по СПб и ЛО выросла примерно 4 %. Что касается реальных денежных доходов населения, с учетом малообеспеченных слоев населения, то в 2012 г. на душу населения они выросли всего на 1 %. Низкие доходы значительной части населения страны приводят к **гипертрофированию продовольственного рынка**, смещая **потребительский спрос в низкоценовой сегмент**. Под эту ситуацию подстраивается и пищевая промышленность. Последние 12 лет расслоение населения по доходам в России только увеличивалось. Разрыв между 10 % самого богатого и 10 % самого бедного населения в СПб области в 2012 г. превышает 16 раз (коэффициент фондов). Из-за снижения получаемой прибыли количество предприятий пищевой промышленности, оказавшихся в зоне убыточности превысило 20%. При этом, в прошлом году в среднем по стране цены на продовольственные товары выросли более чем на 6,0 %. Эту тенденцию, по всей видимости, продолжит нынешний, 2013 г.

Вместе с тем, темпы прироста в пищевой промышленности Северо-западного региона превысили 4 % и были выше роста ВВП экономики России. Следовательно, рынок пищевых продуктов региона сохраняет инвестиционную привлекательность. Однако, при формировании ресурсов, учитывая высокую сырьевую и технологическую зависимость от импорта, существует опасность потери собственности, не только на рынке пищевого сырья, но и рынка его переработки.

Развитию рынка пищевых продуктов в настоящее время мешают:

1. Несовершенный механизм государственного, таможенного и тарифного регулирования рынка продовольствия;
2. Неразвитость инфраструктуры производства продукции, основной целью которой является обеспечение бесперебойного и эффективного функционирования производственного процесса;
3. Зависимость от импортных поставок сырья и колебаний мировых цен;
4. Незавершенность работ по разработке технических регламентов;

5. Низкий уровень рентабельности производства большей части пищевой продукции;
6. Рост импорта готовых продовольственных товаров и неконкурентоспособность отечественных;
7. Моральное и физическое старение основных производственных фондов, особенно их активной части;
8. Непрозрачные условия инвестирования.

Для пищевой промышленности СПб, ЛО и всего Северо-западного региона последние 3 года, после 10 лет относительной стабильности и экономического роста предприятий пищевой промышленности, стали годами серьезного кризиса. Система кредитования, нарушенные логистические цепи реализации, высокая зависимость от импорта по сырью, оборудованию, технологиям, и как следствие, спад объемов и ассортимента производства, привел к закрытию многочисленных пищевых предприятий всех направлений переработки сырья и животного и растительного происхождения. Уровни получаемой прибыли не давали и не дают возможность проводить модернизацию производства, производить конкурентоспособную продукцию, т.е. действует **закон убывающей эффективности**. В товарных ресурсах продовольственных товаров доля импортного продовольствия превышает 30 %. Складывающаяся ситуация в этой сфере деятельности опасна и тем, что большая часть доходов населения используется на покупку импортного продовольствия, обеспечивая спрос иностранным производителям, сужая внутренний спрос на отечественную продукцию, исключая экономический рост продуктового рынка.

Персонализация понятий качества и безопасности продуктов на Российском рынке

Баланс продовольственных ресурсов показывает, что при их формировании, особенно высока доля импорта по мясным и молочным продуктам.

Продукция	2011 г., млрд. долл. США		
	Экспорт	Импорт	Разница между экспортом и импортом
Сельскохозяйственное сырье	6,4	9,79	-3,41
Продовольственные товары, в том числе	5,59	32,69	-27,10
Мясные продукты	0,03	6,44	-6,41
Молочные продукты	0,12	3,42	-3,30
Масла растительные	0,81	1,17	-0,36
Сахар	0,06	1,19	-1,13
Продукция мукомольно-крупяной промышленности	0,31	0,02	0,29
Хлебобулочные и кондитерские изделия	0,63	1,41	-0,78
Продукты переработки овощей, фруктов, орехов	0,08	1,49	-1,41
Прочие пищевые продукты (дрожжи, супы и бульон)	0,30	1,11	-0,81

Последние мировые события, создают иное экономическое пространство для работы предприятий агропромышленного комплекса, и новые условия, к которым необходимо адаптироваться, из-за угрозы потери национального производства.

Единое экономическое пространство, объединяющее Россию, Белоруссию и Казахстан, и Евразийская экономическая комиссия руководят интеграционными процессами в рамках существующего Таможенного союза и Единого экономического пространства. Кроме того, пакет международных договоров создает условия для свободного движения товаров, услуг, капиталов, рабочей силы. Либерализация внешнеэкономической деятельности должна позволить российским предприятиям внедрять привлеченные технологии, для конкуренции с иностранными производителями продовольственных товаров. Однако вступление России во Всемирную торговую организацию ставит перед пищевой промышленностью задачу быстрой модернизации отраслей пищевой промышленности, т.к. в сегменте продовольствия увеличение доли импорта будет затруднено вслед-

ствии традиционных потребительских предпочтений. Кроме того, при доставке в регионы транспортные издержки увеличат цену товара, делая его не конкурентно способным по отношению к тем же товарам в крупных городах с развитой транспортной инфраструктурой.

Очевидно, что с ростом мирового дефицита и цен, есть опасность насыщения внутреннего рынка либо сырьем и продуктами вторичного качества, либо не удовлетворяющее качеству внутренних рынков стран экспортеров. Уже сейчас, анализируя качественные показатели импортируемого в Россию мясного сырья можно сделать следующие выводы по его дефектам, допускаемые производителями, поставщиками и продавцами.

В течение 10 лет ограниченность сырьевых ресурсов и недостаточная, для растущей численности социума, продуктивность животноводства определяют еще больший дефицит и стоимость, в первую очередь мясных, продуктов, поэтому изделия из натурального мяса будут находиться в сегменте «премиум-класса», а основная линейка продуктов мясопереработки с доступным соотношением «цена – качество» будет производиться за счет:

- а) применения функционально-технологических добавок модифицирующих свойства сырья и регулирующих качественные характеристики готовых продуктов;
- б) повышения глубины переработки белоксодержащего сырья;
- в) расширение области использования ферментов в обработке сырья животного и растительного происхождения и его отходов;
- г) использования в производстве пищевых продуктов нетрадиционного сырья.

В настоящее время основные тенденции в разработке ингредиентов направлены на исследования добавок (консервантов, антиоксидантов и т.п.) повышающих сроки хранения продукции. Эту направленность определяют условия реализации продукции. Товарный рынок мясопродуктов насыщен, и основная проблема не произвести, а продать готовую продукцию. С одной стороны, продукты, с длительными сроками хранения не нужны ни потребителю, ни производителю, т.к. нарушают товарооборот рынка, а с другой, монополизация продовольственного рынка торговыми гиперсетями ставит производителей в жесткие условия по срокам реализации продукции. Работая на принципах возврата нереализованной части продукции, торговые сети заставляют производителя разрабатывать технологии увеличивающие сроки хранения, и, следовательно, реализации продукции. Применение добавок увеличивающих сроки хранения нарушает «натуральный вкус» продукта, но заданные сроки хранения определяют реальные сроки продаж. Используемые в настоящее время технологии, позволяют заменить часть дорого мясного сырья на более дешевое. Естественно, при этом ухудшаются потребительские характеристики продукта, но понижается и его цена.

Каждый потребитель живет в рамках доступной цены продуктовой корзины. Это относится и к продуктам мясной переработки. В конечном счете, все определяет потребитель: только если есть реализация, этот продукт находится в ассортименте производителя. Рынок мясопродуктов перенасыщен и по объёму и по ассортименту, особенно в мегаполисах, где потребление смещается в сторону натуральных мясных полуфабрикатов и готовых блюд. В регионах с минимальным прожиточным минимумом продуктовая корзина мясопродуктов формируется либо за счет собственного хозяйства, либо за счет нижнего ассортиментного сегмента, а это определяет качество жизни большинства населения России. Нельзя покрывать дефицит белка в питании за счет использования низкокачественного сырья. Нужны технологии, позволяющие минимизировать потери качественного сырья, при производстве мясопродуктов. Сейчас интересны технологии, позволяющие утилизировать все коллагенсодержащие отходы мясопереработки. Кроме того, утилизация вторичных продуктов убоя животных – это и экологическая и экономическая проблема.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ТЕХНИКА И СИСТЕМЫ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

УДК 621.56:621.574

РЕВЕРСИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ ПОТОКА ПРИ КИПЕНИИ ХЛАДАГЕНТОВ В МАЛЫХ КАНАЛАХ

Д.М. Ховалыг, А.В. Бараненко

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

khovalyg.d@gmail.com

Применение в промышленности компактных теплообменников с микроканалами для подвода и отвода тепла становится все более привлекательным, благодаря значительному увеличению поверхности теплообмена на единицу объема, более интенсивному теплопереносу, снижению объема заправки рабочего вещества и способностью выдерживать высокие рабочие давления.

Размер канала значительно влияет на характер парообразования во время кипения жидкости в потоке. При кипении в микроканалах рост пузырей ограничен внутренними стенками канала, поэтому паровые пузыри занимают все сечение канала. С уменьшением размера канала значение подъемной силы нивелируется, доминирующую роль начинают играть силы инерции, вязкость и поверхностное натяжение[1]. В зависимости от свойств вещества, температуры кипения, массового расходного паросодержания и подводимого теплового потока наблюдаются пузырьковый, снарядный и кольцевой режимы двухфазного потока, при этом отсутствуют расслоенные режимы, характерные для больших каналов. Каждый из режимов характеризуется как отдельным механизмом процесса теплообмена, так и способом описания градиента давления[2].

Три фактора влияют на градиент давления при движении двухфазного потока в канале: сила вязкого трения, статический напор и инерция потока [3]:

$$\left(\frac{dP}{dz}\right) = \left(\frac{dP}{dz}\right)_{\text{тр}} + \left(\frac{dP}{dz}\right)_{\text{ст}} + \left(\frac{dP}{dz}\right)_{\text{ин}} \quad (1)$$

Подвод большого теплового потока и резкий рост парового пузыря в микроканале вызывают резкий локальный скачок давления. Если момент сил инерции достаточно велик для преодоления динамического давления потока и давления на входе в канал, пузырь начинает расти против направления течения потока. Реверсивный рост пузыря порой локально меняет направление течения (Рис. 1).

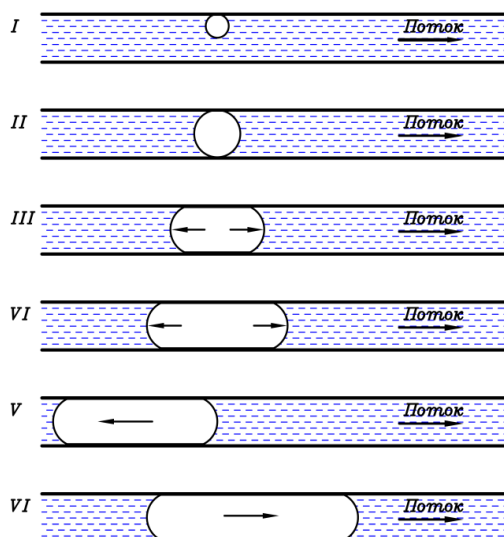


Рис. 1. Схематическое изображение роста пузыря и характер его движения в малом канале

В многоканальных испарителях наблюдаются разные режимы двухфазного потока как в одном и том же канале по мере продвижения потока, так и в параллельных каналах. Наряду с этим существуют значительные флуктуации давления в связи с локальным реверсивным движением жидкости. Экспериментальное наблюдение авторов за мгновенным падением давления в четырех параллельных микроканалах показано на Рис. 2. Один из каналов испытывает явно выраженный реверс потока, который отражается в отрицательном значении ΔP , регистрируемом датчиком падения давления.

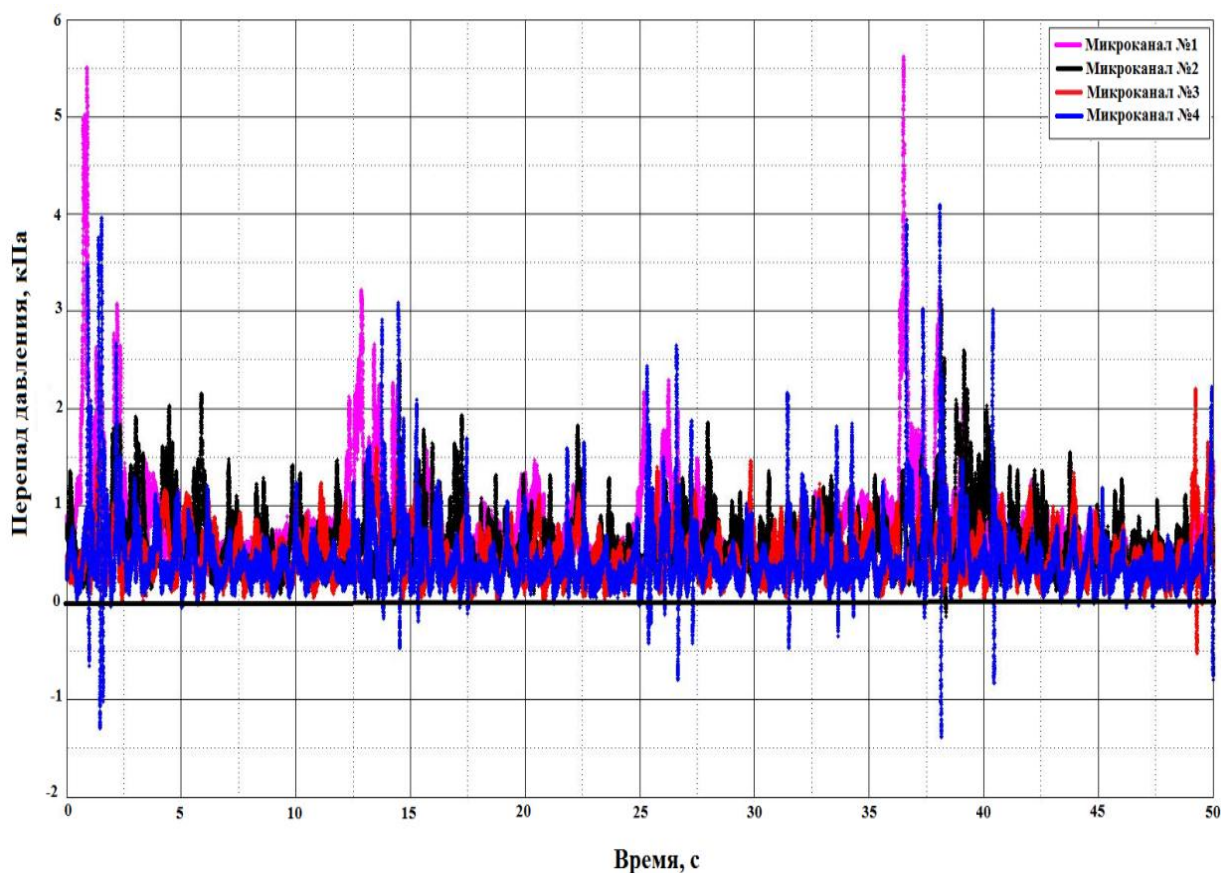


Рис. 2. Мгновенные скачки давления в параллельных микроканалах гидравлическим диаметром $d=0,54$ мм

Реверс потока в испарителях приводит к неравномерной подаче жидкости в каждый канал, понижает локальный коэффициент теплоотдачи, а так же увеличивает потери давления. Реверсивный паровой пузырь, поступая обратно во входной коллектор, не только увеличивает паросодержание всей питающей жидкости, вызывая рост давления кипения, но и, в случае если вход канала не соприкасается с поверхностью жидкости в коллекторе, при поступлении обратно в канал, вызывает скорое локальное высыхание, что отражается на снижении локального коэффициента теплоотдачи. В связи с тем, что на практике в одном испарителе установлены более сотни микроканалов, суммарный эффект достаточно значителен. Так, при байпасировании пара во входном коллекторе микроканального испарителя, возможность отвода тепла возросла на 29%, с 8,37 кВт/м² до 10,8 кВт/м²[4].

Таким образом, исследование реверсивного потока в малых каналах, определение режимов, при которых возникает реверс является значительной практической задачей, решение которой поможет избежать нежелательных эффектов, связанных с реверсом и обеспечить эксплуатацию микроканальных испарителей с большей эффективностью.

Список литературы:

1. Kandlikar S.G. Garimella S., Li D., Colin S., King M.R. Heat Transfer and Fluid Flow in Minichannels and Microchannels // Elsevier, Ltd. 2006.
2. Ховалыг Д.М., Бараненко А.В. Методы исследования градиента давления двухфазного потока при течении в малых каналах.// Вестник Международной Академии Холода. Выпуск 1. 2012.
3. Carey P. Van. Liquid Vapor Phase Change Phenomena: An Introduction to the Thermophysics of Vaporization and Condensation Processes in Heat Transfer Equipment // 2nd ed. Taylor & Francis Group, LLC. 2008.
4. Tuo, H., Hrnjak P. Periodical reverse flow and boiling fluctuations in a microchannel evaporator of an air-conditioning system // International Journal of Refrigeration 36 (4). p. 1263-1275. 2013.

УДК 621.575

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ К ДЕЙСТВУЮЩЕЙ АБСОРБЦИОННОЙ ВОДОАММИАЧНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЕ

Л.В. Галимова, А.И. Веденеева

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Россия

665sosedzver@mail.ru

На современном этапе развития промышленных предприятий и заводов энерго- и ресурсосбережение является одним из важнейших задач. Абсорбционные холодильные машины стали широко применять в производстве на тех объектах, которые располагают источниками дешевой теплоты.

В настоящее время используются различные виды АХМ. На выбор типа машины и ее схемы основное влияние оказывают требования объекта, особенности технологического процесса, обслуживаемого АХМ, температурный уровень и виды греющего, охлаждаемого источников и источника окружающей среды, стоимостные показатели теплоты, охлаждающей воды, рабочих веществ, конструктивных материалов и другие факторы. [2]

В данной работе рассматривается абсорбционная водоаммиачная холодильная машина (АВХМ) в схеме синтеза аммиака [6].

Нахождение рабочих параметров снятых с действующей машины во время эксплуатации, и результаты расчетов показали уменьшение холодопроизводительности машины за счет снижения эффективности работы абсорбера. Это вызывает необходимость всестороннего анализа работы абсорбера и определение направлений его совершенствования процесса абсорбции.

Абсорбция является сложным процессом, состоящим из процессов переноса вещества в пределах каждой из фаз (массоотдача) и переноса вещества через границу раздела фаз. В свою очередь каждый из этих процессов зависит от ряда величин, определяющих скорость процесса абсорбции. Нахождение зависимостей этих величин от полученных данных в результате эксперимента помогут понять, как можно повлиять на ход процесса для получения заданной холодопроизводительности машины и интервала дегазации. Поэтому на первом этапе исследования были рассмотрены основные закономерности в статических и кинетических процессах абсорбции.

Полученные зависимости помогут понять более полно процесс абсорбции и найти способы, позволяющие изменять его, не прибегая к большим затратам на модернизацию установки.

Рассмотренные инженерные подходы к оценке кинетики основанные на том, что кинетика всех происходящих при абсорбции процессов связаны со скоростью подачи газообразного аммиака в аппарат.(1)

$$v_K = f(p_1, p_2, t, T, S, \rho_1, \rho_2, \vartheta_1, \vartheta_2 \dots) \quad (1)$$

Эффективность процесса абсорбции оценивается в виде функции времени, под которое определяется диффузией на границах пар-жидкость.

$$\xi_{\max} - \xi \approx WZ, \text{ где} \quad (2)$$

$\xi_{\max} - \xi$ - движущая сила абсорбции

W - коэффициент пропорциональности

Z - время протекания процесса

Полученные таким образом сведения достаточно сложно применить на другие модели вне эксперимента и поэтому они являются малоинформативными при решении практических задач. Именно для решения практических задач возникла потребность в разработки методики количественной оценки кинетики [1].

Рассмотрим более подробно процесс, происходящий в абсорбере. Как было сказано выше, поступающий из испарителя пар взаимодействует со слабым раствором, вследствие чего укрепляется. Подача двух фаз осуществляется параллельно. В данном случае процесс происходит в пленочном абсорбере, то есть раствор стекает по стенкам межтрубного пространства. При контакте пара и раствора часть аммиака может не успеть абсорбироваться и происходит недонасыщение раствора.

Эффективность процесса определяется, таким образом, двумя показателями: холодопроизводительностью установки и интервалом дегазации.

Кинетические особенности процесса абсорбции обуславливаются тем, что он состоит из двух стадий – физическая абсорбция аммиака и химические реакции происходящие в жидкой фазе. Скорость процесса в целом определяется скоростью более медленной из этих двух стадий.

Скорость физической абсорбции определяется размерами и конструкцией абсорбера, гидродинамикой потоков, величиной и состоянием поверхности раздела газовой и жидкой фаз.

Скорость химических реакций зависит от концентрации раствора, температуры и давления.

В соответствии с представлениями о механизме гетерогенных процессов, скорость их требуется относить к единице поверхности раздела фаз. Однако многочисленными работами показано, что в системах газ-жидкость определить истинную величину поверхности контакта фаз не удается. Поэтому на практике пользуются объемной скоростью процесса, которая является произведением скорости процесса в расчете на единицу поверхности контакта фаз и удельной поверхности контакта фаз, то есть величины поверхности контакта фаз, приходящейся на единицу объема реакционной смеси. [3]

Кинетику любого химического процесса в принципе можно характеризовать скоростью изменения концентрации любого из реагентов, участвующих в процессе. В данном случае кинетику процесса характеризуют изменениями во времени концентрации раствора в зависимости при его насыщении аммиаком. При рассмотрении действующих систем становится понятно, что это утверждение является ошибочным. Это связано с тем, что процесс абсорбции в нашем случае производится с непрерывной подачей газовой фазы и слабого раствора. При этом скорость подачи двух фаз в различных случаях может быть различной. Кроме того, скорость абсорбции аммиака, подаваемого в абсорбер, зависит от конструкции и режима работы самого абсорбера. Поэтому нельзя точно описывать кинетику процесса абсорбции аммиака по изменению концентрации раствора во времени без учета скорости подачи в абсорбер аммиака, конструктивных и технологических параметров, определяющих скорость его абсорбции. [4]

Кинетика гетерогенных газожидкостных процессов существенно зависит от величины поверхности контакта фаз. Создание развитой поверхности контакта фаз является одной из основных задач.

Важную роль в проведении процесса абсорбции является толщина слоя раствора взаимодействующего с аммиаком при прохождении через абсорбер.

Абсорбция аммиака водой протекает быстро, причем скорость процесса полностью определяется сопротивлением газовой пленки. Ряд исследователей обнаружил, что в колоннах со смоченной стенкой и насадочных колоннах с насадкой, выполненной из некоторых материалов, влияние массовой скорости жидкости на общий коэффициент массообмена весьма мало, и им можно пренебречь. Однако другие исследователи обнаружили отчетливое влияние скорости жидкости на общий коэффициент массообмена и на основании этого пришли к выводу, что скорость абсорбции определяется сопротивлением газовой и жидкостной пленок. [5]

Анализ полученных результатов расчета позволил сделать вывод о сложности процесса абсорбции и его термодинамической оценки. Как известно, существуют различные методы влияния на кинетику процесса, а именно: механический и химический. Внедрение в процесс поверхностно-активных веществ и нано-технологий оказывает существенное влияние на его интенсификацию. Поэтому на первом этапе исследования была поставлена задача, изучить возможные способы влияния на кинетику процесса с помощью химического метода.

Список литературы:

1. Рамм В.М. Абсорбция газов. М.: Химия, 1966. 768 с.
2. Галимова Л.В. Абсорбционные холодильные машины и тепловые насосы. Астрахань: Изд. АГТУ, 1997. 166 с.
3. Бадылькес И.С., Данилов Р.Л. Абсорбционные холодильные машины. Москва: Изд. №4200, 1966. 356 с.
4. Рогожкин Г.И. Количественная оценка кинетики и эффективности процессов озонирования воды. / Московский архитектурный институт, 11 с.
5. Большая Энциклопедия Нефти Газа. <http://www.ngpedia.ru/>
6. Устойчивое развитие и искусственный холод. / Сборник научных статей VIII Международной научно-технической конференции. Херсон: Гринь Д.С., 2012. 638 с.

УДК 621.56/.59

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В АБСОРБЦИОННЫХ БРОМИСТОЛИТИЕВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ТЕПЛОТЫ

Г.А. Вуколов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

German-14@yandex.ru

В настоящее время существуют различные способы интенсификации процессов тепло-массопереноса в абсорбционных бромистолитиевых преобразователях теплоты. К ним относятся: 1. Предотвращение отложений (шлама, солей, коррозионных окислов) путем систематической промывки, чистки и специальной обработки поверхностей теплообмена и предварительного отделения из теплоносителей веществ и примесей, дающих отложения; 2. Периодическое удаление инертных газов, резко снижающих теплообмен при конденсации паров; 3. Оребрение поверхности теплообмена, целесообразное как для повышения коэффициента теплопередачи, так и для снижения массы теплообменника; 4. Добавление поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Интенсифицирующее действие поверхностно-активных веществ (ПАВ) на процессы тепло- и массопереноса в абсорбере и конденсаторе абсорбционных бромистолитиевых преобразователей теплоты (АБПТ) представляет собой особый научный интерес. Высокая эффективность и относительно низкие затраты данного метода интенсификации определили его широкое распространение. В последние годы все чаще в качестве ПАВ применяют высокомолекулярные спирты, к которым относится 2-этил-1-гексанол ($C_8H_{18}O$). При введении в раствор данной интенсифицирующей добавки поверхностное натяжение жидкости уменьшается.

В Санкт-Петербургском государственном университете низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ) были исследованы различные ПАВ. Сделан вывод, что спирты с достаточно большой молекулярной массой – первичные, вторичные, третичные, фторсодержащие не изменяют свойств раствора. Наличие небольшого количества спирта в паровой фазе практически не влияет на величины давления над раствором или водой. В местах адсорбции ПАВ возникают зоны с очень низкими значениями поверхностного натяжения. Это проявляется в появлении на поверхностном слое волн, ряби, конвективных потоков, приводит к увеличению поверхности контакта фаз при абсорбции, а также к более быстрому обновлению поверхности. Увеличивается поток массы переносимого вещества, а вследствие взаимосвязанности тепло-массопереноса при абсорбции, и поток теплоты [1].

На сегодняшний день большинство исследователей связывают интенсификацию тепло- и массопереноса при введении ПАВ с возникновением межфазной конвекции, называемой эффектом Марангони [2]. Однако универсального механизма, описывающего появление конвекции все еще нет. Одна из доминирующих научных теорий, объясняет этот эффект нахождением на межфазной границе жидкость - пар нерастворимых «островков» ПАВ. Они распределяются по наружной поверхности стекающей пленки водного раствора бромида лития в виде отдельных участков, образующих островки жидкого ПАВ на поверхности. Поскольку их количество мало, то они не полностью покрывают поверхность пленки.

При достижении критического числа Марангони вблизи межфазной границы возникают упорядоченные стационарные конвективные потоки. Коэффициент массопередачи при этом начинает резко возрастать. Достижение второго критического числа ($Ma_{кр2}$) может привести к состоянию так называемой межфазной турбулентности, для которого характерны весьма высокие скорости межфазного массообмена [3].

В теоретическом решении задачи о гидродинамике стекающей пленки в присутствии ПАВ [4] получено, что возникающее поверхностное натяжение способствует увеличению скорости течения пленки. При этом при одних и тех же плотностях орошения в присутствии ПАВ тол-

щина пленки жидкости будет меньше. Эти факторы интенсифицируют тепломассообмен при пленочной абсорбции пара.

Одним из эффективных способов улучшения теплообмена при конденсации является использование ПАВ. В генераторе АПТ при кипении водного раствора бромида лития с добавкой ПАВ образуется смесь, содержащая водяной пар и ПАВ. Образовавшаяся смесь указанных веществ поступает в конденсатор. При определенных условиях может возникнуть капельная конденсация, которая интенсифицирует теплообмен.

При увеличении концентрации ПАВ теплообменная поверхность полностью покрывается пленкой при ее минимальной толщине. Этому соответствует наименьшее значение термического сопротивления пленки, причем режим не пленочной конденсации наблюдается на всей поверхности при максимальной интенсивности процесса. При дальнейшем увеличении концентрации поверхностно-активного вещества (ξ_{II}) толщина пленки возрастает и соответственно увеличивается ее термическое сопротивление. Интенсивность теплообмена уменьшается [1].

Переход от пленочной формы конденсации к капельной при введении интенсифицирующей добавки ПАВ приводит к увеличению коэффициента теплопередачи в 1,47 раза [5]. Отмечено, что увеличение коэффициента теплопередачи может быть связано с возникновением конвекции Марангони.

Список литературы:

1. Бараненко А. В., Тимофеевский Л. С., Долотов А. Г., Попов А. В. Абсорбционные преобразователи теплоты. СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. 338 с.
2. Ziegler F. Review Paper: Heat-transfer enhancement by additives // International Journal of Refrigeration. 1996. Vol. 19. №5. P. 301 – 309.
3. Крылов В. В. Теоретические аспекты интенсификации процессов межфазного теплообмена // Теоретические основы химической технологии. 1983. Т. 17. №1. С. 15 – 30.
4. Бараненко А.В., Шевченко А. Л. Влияние поверхностно-активных веществ на теплообмен при пленочной абсорбции // Холодильная техника. 1990. №3. С. 40 – 43.
5. Vemuri S., Kim K. J., Kang Y. T. A study on effective use of heat transfer additives in the process of steam condensation // International Journal of Refrigeration. 2006. Vol. 29. № 6 P. 724 – 734.

УДК 621.573

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗОМКНУТОГО ЦИКЛА ВОЗДУШНО-ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

М.В. Горбачев, А.П. Иванова

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия

GorbachevMV@ngs.ru

В [2 – 5] было установлено, что термодинамическая эффективность реальных циклов воздушно-холодильных машин (ВХМ) в 2-5 раз ниже, чем у теоретического даже при работе на сухом воздухе. При работе на влажном воздухе холодопроизводительность еще уменьшается на величину теплоты конденсации водяных паров.

При работе ВХМ на влажном воздухе паровая влага претерпевает ряд фазовых переходов [2 – 5].

- 1) конденсация водяного пара в линии высокого давления при охлаждении воздуха в теплообменнике-регенераторе;
- 2) конденсация и частичная кристаллизация водяного пара при расширении и охлаждении воздуха в турбодетандере;
- 3) испарение капельной влаги в процессе нагрева воздуха в холодном тракте на линии низкого давления в теплообменнике-регенераторе.

Таким образом, наличие водяных паров в атмосферном воздухе является актуальной проблемой для воздушных холодильных машин. Именно эта проблема является сдерживающим фактором для повышения эффективности и экономичности ВХМ.

Работа ВХМ на влажном воздухе моделировалась для схемы, изображенной на рис. 1. При этом изменялись значения: температуры T_T и относительной влажности атмосферного воздуха φ , а так же давления за компрессором P_K .

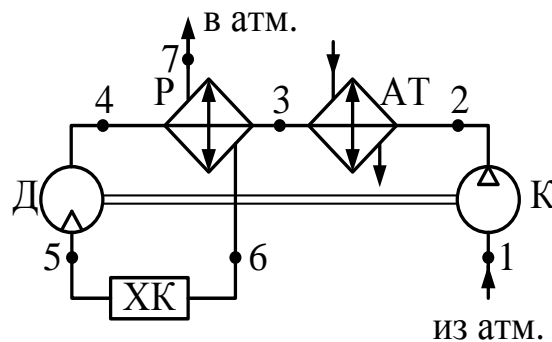


Рис. 1. Расчетная схема регенеративной воздушно-холодильной машины:
К – компрессор; АТ – атмосферный теплообменник; Д – турбодетандер; Р – теплообменник-регенератор; ХК – холодильная камера

На рис. 2,а приведены графические зависимости, позволяющие оценить значение относительного перепада температур влажного воздуха в турбодетандере в зависимости от влажности и температуры атмосферного воздуха. Видно, что с увеличением температуры T_T и влажности φ происходит уменьшение изменения температуры ΔT , что приводит к уменьшению величины холодопроизводительности цикла ВХМ. Увеличение влажности атмосферного воздуха приводит к тому, что величина холодопроизводительности цикла ВХМ может уменьшаться на 25-40% по сравнению с сухим воздухом [2 – 4]. Этот факт носит исключительно негативный характер.

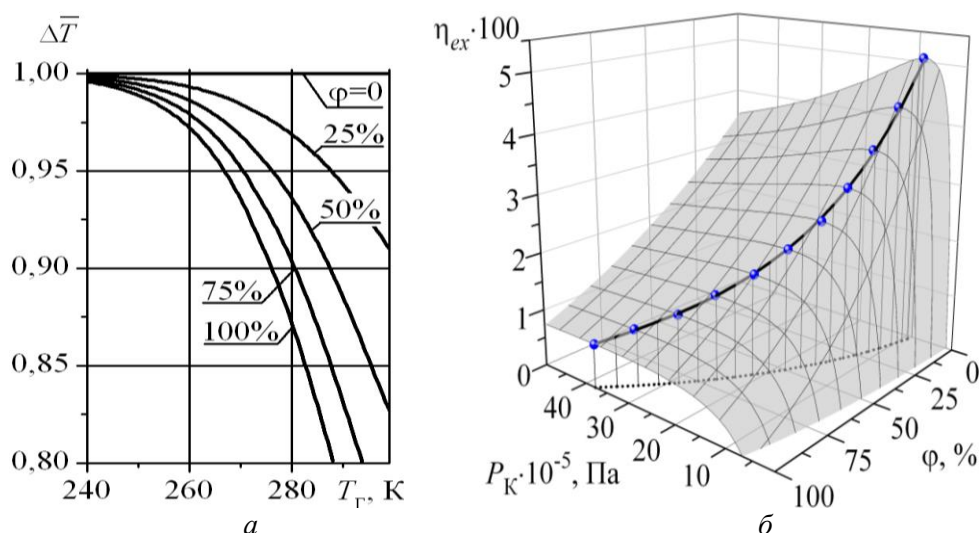


Рис. 2. Влияние исходных параметров на основные характеристики цикла ВХМ:
а – $P_K=5 \cdot 10^5$ Па; б – $T_Г=293$ К

Графические зависимости, приведенные на рис. 2,б позволяют сделать качественные и количественные оценки влияния влажности атмосферного воздуха и давления за компрессором на термодинамическую эффективность цикла ВХМ, выражаемую эксергетическим КПД [1]. Из приведенных зависимостей следует, что величина термодинамической эффективности цикла ВХМ, имеет очень низкое значение, которое уменьшается при увеличении влажности атмосферного воздуха в 3 – 5 раз в зависимости от давления P_K .

Графические зависимости термодинамической эффективности цикла имеют выраженный максимум, положение которого (выделен условными значками) характеризует оптимальный режим работы ВХМ от давления за компрессором. Причем, увеличение ϕ приводит к смещению оптимального давления за компрессором в сторону более высоких значений.

В работе разработана методика и выполнен количественный и качественный анализ схемы ВХМ, в результате которого установлено, что при работе на влажном воздухе происходит резкое изменение параметров рабочего воздуха по тракту охлаждения. Получены количественные и качественные зависимости термодинамической эффективности цикла ВХМ от температуры и влажности атмосферного воздуха.

Математическая модель регенеративной воздушно-холодильной машины может быть использована для:

- проведения термодинамического анализа реальных циклов ВХМ;
- рассмотрения влияния исходных параметров на термодинамическую эффективность реальных циклов при работе, как на сухом, так и на влажном воздухе;
- установления путей увеличения термодинамической эффективности циклов ВХМ.

Список литературы:

1. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. М.: Энергия, 1973. 296 с.
2. Горбачев М.В. Анализ влияния влажности атмосферного воздуха на работу воздушно-холодильной машины с двукратной регенерацией в составе авиационной СКВ / М.В. Горбачев, Ю.В. Дьяченко // Авиакосмическое приборостроение, 2009. №3. С. 56-63.
3. Горбачев М.В. Влияние повышенной влажности атмосферного воздуха на работу СКВ / М.В. Горбачев, Ю.В. Дьяченко // 6-я междунар. конф. “Авиация и космонавтика-2007”. Тезисы докладов. М.: Изд-во МАИ, 2007. С. 78-79.
4. Дьяченко Ю.В. Исследование термодинамических циклов воздушно-холодильных машин: монография / Ю.В. Дьяченко. Новосибирск: Изд-во НГТУ. 404 с.
5. Прохоров В.И. Системы кондиционирования воздуха с воздушными холодильными машинами. М.: Стройиздат, 1980. 160 с.

УДК 621.594

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОЙ СМЕСИ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТВЕРДОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ТУРБОДЕТАНДЕРЕ

М.М. Данилов, А.С. Смирнов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Pvt711@mail.ru

Перспективная технология получения твердого диоксида углерода путем вымораживания CO_2 из газовых смесей, расширяющихся в турбодетандере регенеративной газовой холодильной машины, была разработана, экспериментально и теоретически исследована на кафедре холодильных машин и низкопотенциальной энергетики.

Газовыми смесями, служащими источниками получения твердого диоксида углерода, могут быть продукты сгорания топлива (дымовые газы), отходящие газы известково-обжигательных печей и биогаз (продукт разложения органических веществ). При сжигании природного газа, содержание CO_2 в продуктах сгорания топлива небольшое (5÷10% по объему). При сжигании жидкого топлива (мазут, керосин), содержание CO_2 в дымовых газах достигает 15% по объему, а при сжигании твердого топлива (каменный уголь, антрацит) – 20%. Такое же количество CO_2 (15÷20%) содержится в отходящих газах известково-обжигательных печей. Кроме CO_2 , дымовые газы будут содержать азот, водяные пары, а при коэффициенте избытка воздуха $\alpha > 1$ еще и кислород. Температурный уровень десублимации CO_2 (ниже -78°C) предполагает, что на выходе газового потока из регенераторов, установленных перед турбодетандером, практически отсутствуют водяные пары, которые конденсируются и вымерзают на холодной насадке регенераторов и выносятся из машины обратным газовым потоком.

Опыт эксплуатации полигонов твердых бытовых отходов, на которых осуществляется сбор биогаза, показал, что основными компонентами биогаза является метан (до 60%) и диоксид углерода (до 40%). Осушка биогаза осуществляется на стадии его предварительной подготовки.

Таким образом, для теоретического исследования эффективности вымораживания CO_2 , были предложены 5 вариантов компонентного состава газовых смесей (в объемных долях):

$$- r_{\text{CO}_2} = 0,05; r_{\text{N}_2} = 0,75; r_{\text{O}_2} = 0,20;$$

$$- r_{\text{CO}_2} = 0,10; r_{\text{N}_2} = 0,90;$$

$$- r_{\text{CO}_2} = 0,15; r_{\text{N}_2} = 0,85;$$

$$- r_{\text{CO}_2} = 0,20; r_{\text{N}_2} = 0,80;$$

$$- r_{\text{CO}_2} = 0,40; r_{\text{N}_2} = 0,60.$$

Степень понижения давления в турбодетандере определяется его прочностными характеристиками и температурным перепадом в нем, необходимым для осуществления вымораживания CO_2 с учетом переохлаждения потока. Поэтому были приняты три варианта давления газовой смеси на входе в турбодетандер:

$$- P_{\text{CM}} = 200 \text{ кПа};$$

$$- P_{\text{CM}} = 250 \text{ кПа};$$

$$- P_{\text{CM}} = 300 \text{ кПа};$$

В результате теоретических исследований была разработана математическая модель для оценки количественного и дисперсного состава кристаллического диоксида углерода, образующе-

гося в объеме потока газовой смеси, расширяющейся в турбодетандере. Для предложенных вариантов параметров газовой смеси определены значения удельной массы вымороженного диоксида углерода (на килограмм смеси) g_{CO_2} , которые приведены в прилагаемой таблице.

Для анализа энергоэффективности получения твердого диоксида углерода предложенным способом следует оценить удельную работу турбодетандера (удельную холодопроизводительность) в рамках предложенных вариантов параметров газовой смеси

$$lg = \frac{r_{cm}}{r_{cm} - 1} \cdot R_{cm} \cdot T_1 \cdot \left(1 - \pi_d^{1-r_{cm}/r_{cm}} \right) \cdot \eta_s$$

Значения показателя адиабаты газовой смеси r_{cm} , газовой постоянной смеси R_{cm} и температуры потока на входе в турбодетандер T_1 выведены в таблицу (r_{cm} и R_{cm} по известным формулам, T_1 принимается на 0,5÷1,5 градуса выше температуры насыщения CO₂ при парциальном давлении CO₂). степень понижения давления π_d считается с учетом конечного давления 110 кПа (выше атмосферного на величину противодействия). Изэнтропный КПД $\eta_s=0,8$ принимается постоянным для всего процесса расширения. Результаты расчета удельной работы приведены в таблице.

Если полученные значения удельной работы турбодетандера соотнести с аналогичными показателями удельной массы вымороженного диоксида углерода, то можно проанализировать величину затрат холодопроизводительности на получение 1 кг твердого диоксида углерода q_{CO_2} (см. таблицу 1).

Таблица № 1

Сводная таблица расчетных величин

r_{CO_2} $P_{cm}, \text{кПа}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,40
	$g_{CO_2}, \text{кг CO}_2/\text{кг см}$				
200	0,0247	0,0278	0,0251	0,0213	0,0238
250	0,0290	0,0311	0,0270	0,0240	0,0256
300	0,0340	0,0358	0,0291	0,0268	0,0279
	r_{cm}				
	1,405	1,404	1,402	1,399	1,328
	$R_{cm}, \text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$				
	0,281	0,281	0,273	0,266	0,306
	$T_1, \text{К}$				
200	171	178	182	185	193
250	173	180	184	187	195
300	175	182	186	189	198
	$lg, \text{кДж}/\text{кг см}$				
200	21,07	21,97	21,90	21,67	26,21
250	28,46	29,67	29,43	29,16	35,57
300	34,26	35,69	35,42	35,11	42,98
	$q_{CO_2}, \text{кДж}/\text{кг CO}_2$				
200	853	790	873	1017	1101
250	981	954	1090	1215	1389
300	1008	997	1217	1310	1541

В результате анализа полученных величин можно сделать следующие выводы:

Удельная работа турбодетандера lg с ростом концентрации диоксида углерода от 5 до 10% будет увеличиваться по причине роста начальной температуры потока, а при дальнейшем росте концентрации CO₂ удельная работа начнет снижаться, так как решающее влияние на ее величину

будет иметь уменьшение показателя адиабаты и газовой постоянной смеси. Удельная работа будет увеличиваться и по мере увеличения начального давления (рост π_d).

Рассмотренные причины изменения удельной работы (холодопроизводительности) турбодетандера влияют (в той же пропорции) и на количество получаемого твердого диоксида углерода. Рост холодопроизводительности влечет за собой и рост вымораживаемого диоксида углерода, однако в меньшей степени (по мере увеличения начального давления). Затраты холодопроизводительности на получение 1 кг твердого диоксида углерода будут сокращаться по мере снижения начального давления газовой смеси. Из рассмотренных вариантов наибольшую энергоэффективность получения твердого диоксида углерода, можно получить при использовании газовой смеси с концентрацией CO_2 10%.

УДК 621.56

**РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В
КОНДЕНСАТОРЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ****А.А. Ходенков, А.В. Делков, Н.В. Тихонова**

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева,
г. Красноярск, Россия

delkov-mx01@mail.ru

Современный этап развития холодильной техники требует перехода к оптимизации проектируемых систем с целью повышения их эффективности, сокращения энергозатрат и капитальных вложений. Эту задачу, возможно, разрешить с применением достоверных моделей тепловых процессов в элементах холодильной установки [1].

В данной работе рассматриваются тепловые процессы в одном из основных элементов холодильной машины – конденсаторе. Выбор объекта исследования обусловлен его доступностью для измерения параметров температуры по длине и давления при экспериментальных исследованиях.

Эффективность конденсатора определяется степенью интенсивности теплообмена и площадью распространения фазового перехода. Оценка эффективности обычно производится на этапе проекторочного расчета. Причем, по результатам расчета определяются параметры конденсатора, эффективного, только для, строго заданных условий – температуры кипения, температуры окружающей среды, массового расхода. При изменении внешних условий агрегат работает на нерасчетных режимах.

В настоящее время вопрос достоверного анализа таких систем, как на расчетных, так и на нерасчетных режимах остается открытым. Это обусловлено особенностями работы конденсатора:

- изменение свойств рабочего тела в зависимости от степени фазового перехода по длине канала;
- наличие различных режимов двухфазного течения в трубах теплообменного аппарата (пузырьковое, кольцевое и т.д.) [2];
- изменение скорости, числа Рейнольдса и коэффициента теплоотдачи по длине фазового перехода.

В данном исследовании ставится задача унифицировать расчетный аппарат для создания универсальных алгоритмов, подходящих для произвольного конденсатора, позволяющих существенно повысить энергоэффективность и снизить массо-габаритные и стоимостные параметры.

Для конденсатора были проведены теоретические и экспериментальные исследования. Теоретическая часть представляет собой разработку математической модели течения рабочего тела.

В основе математической модели течения лежат уравнения движения, неразрывности, энергии и состояния. Исходными данными для расчета по модели являются температура рабочего тела на входе в конденсатор, температура окружающей среды, массовый расход и теплофизические свойства материала конденсатора. Модель позволяет определить температуру, степень сухости, скорость в зависимости от координаты сечения конденсатора.

Для расчета параметров теплопередачи по длине необходимы данные о коэффициенте теплоотдачи от рабочего тела в стенку конденсатора. Критериальные уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи в этом случае малопригодны в связи со сложностью картины течения, низкой точностью и достоверностью метода. В настоящей работе предполагается использовать экспериментально определенные коэффициенты.

Серия экспериментальных исследований была проведена с целью определения длины фазового перехода, коэффициентов теплоотдачи и верификации математической модели. Для исследований была собрана холодильная установка, работающая по обратному циклу, размещенная в климатической камере объемом 10 м³. Рабочее тело – изобутан (R600).

В эксперименте измерялась температура по длине конденсатора. Термопары (предварительно откалиброванные) располагались через каждые 10 см (рис. 1).

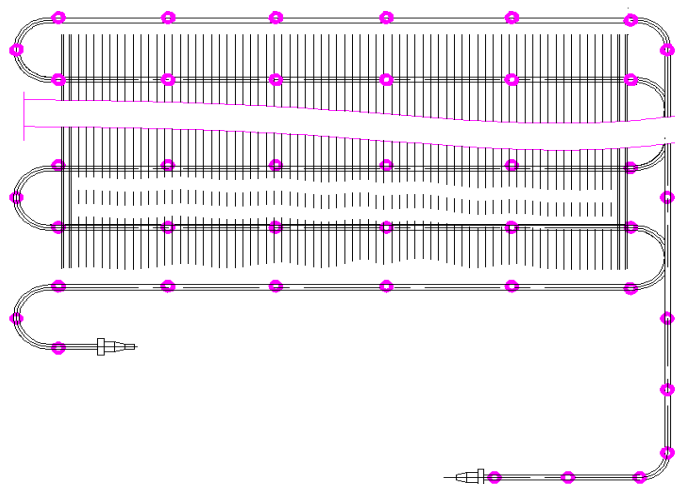


Рис. 1 Расположение термопар на конденсаторе холодильной машины

Результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 2. График приведен для температуры окружающей среды +20 С. На графике можно выделить зону охлаждения пара, поступающего из компрессора, и зону конденсации. Скачки на графике, особенно в начале зоны конденсации, могут быть обусловлены погрешностью проведения эксперимента.

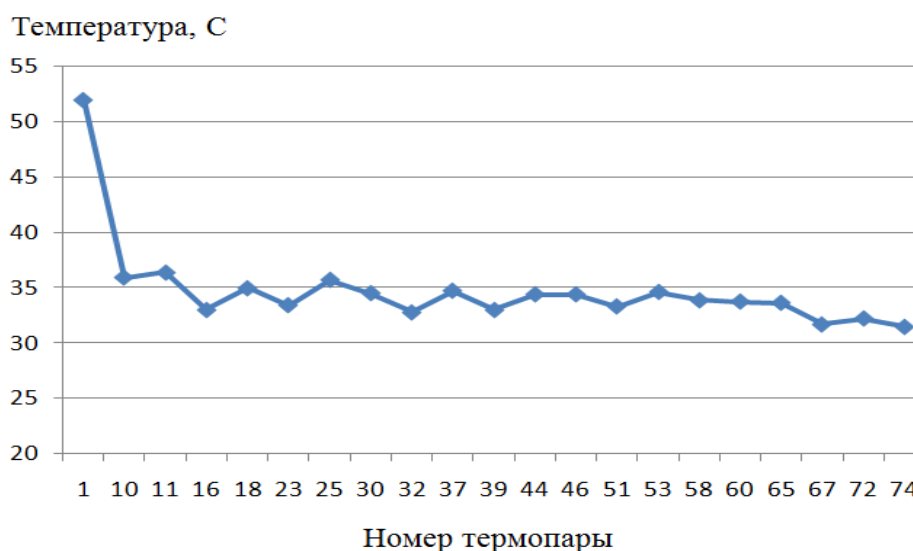


Рис. 2. Экспериментальные данные распределения температур по длине конденсатора

На основе этих данных для конденсатора можно определить длины зон охлаждения пара, конденсации и переохлаждения жидкости, а также зависимости изменения коэффициентов теплоотдачи по длине теплообменника.

Обработка экспериментальных данных будет служить основой верификации алгоритма расчета и проектирования теплообменных аппаратов. На основе алгоритма планируется создать эффективный инструмент оптимизации подобных систем.

Список литературы:

1. Оносовский В.В. Моделирование и оптимизация холодильных установок. Л.: Из-во Ленинградского университета, 1990. 209 с.
2. Данилова Г.Н., Богданов С.Н., Иванов О.П. и др. Теплообменные аппараты холодильных установок, под ред. д. т.н. Даниловой Г.Н. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1986. 303 с.

УДК 621.575

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ВЫБРОСОВ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ ДЛЯ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

А.А. Дзино, А.Н. Носков, О.С. Малинина

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

dzinoaa@mail.ru

Организация транспортировки добытого природного газа из районов Крайнего Севера и Западной Сибири в европейскую часть России и далее сопровождается значительными капитальными и эксплуатационными затратами. Для транспортировки газа применяются газоперекачивающие агрегаты (ГПА). Комплексные ГПА состоят из газотурбинной установки (ГТУ) и компрессорной станции (КС). Эти устройства выделяют значительное количество тепловых выбросов, исчисляющиеся многими мегаваттами тепловой энергии различного температурного уровня. Эффективное применение бросовой теплоты в малообжитых и труднодоступных районах, по которым проходит трубопроводная трасса, проблематично.

Рассматривается один из способов эффективного применения бросовой низкотемпературной теплоты, заключающейся в том, чтобы использовать прямой термодинамический цикл (цикл Ренкина) на воде и альтернативных рабочих веществах. Использование прямого термодинамического цикла требует применения расширительного устройства (детандера) для организации вращения электрического генератора. На традиционных электростанциях в качестве расширительного устройства для водяного пара применяется лопаточная турбина.

Поскольку процесс адиабатического расширения насыщенного водяного пара заканчивается в области влажного пара [1], то с целью предотвращения выпадения капельной жидкости на лопатках турбины пар перегревают в парогенераторе.

В том случае, когда имеется ограничение по температуре бросового тепла, применение пароперегревателя приведет к необходимости понижения давления в кипятильнике, то есть понижению давления перед расширительным устройством. Это обстоятельство в свою очередь приведет к уменьшению термического КПД цикла [2].

Это явление касается всех рабочих веществ, имеющих отрицательное значение теплоемкости сухого насыщенного пара C_x'' . Процесс расширения, иллюстрирующий уменьшение давления перед детандером в случае в схему пароперегревателя показан на рис. 1.

Расчеты показывают, что в случае применения водяного пара для следующего режима: температура пара перед детандером 100 °С и температуре конденсации 50 °С, термический КПД для цикла 5 – 6 – 3 – 7 – 8 – 5 с пароперегревателем уменьшается в 3 раза по сравнению с циклом 1 – 2 – 3 – 4 – 1 со всасыванием сухого насыщенного пара.

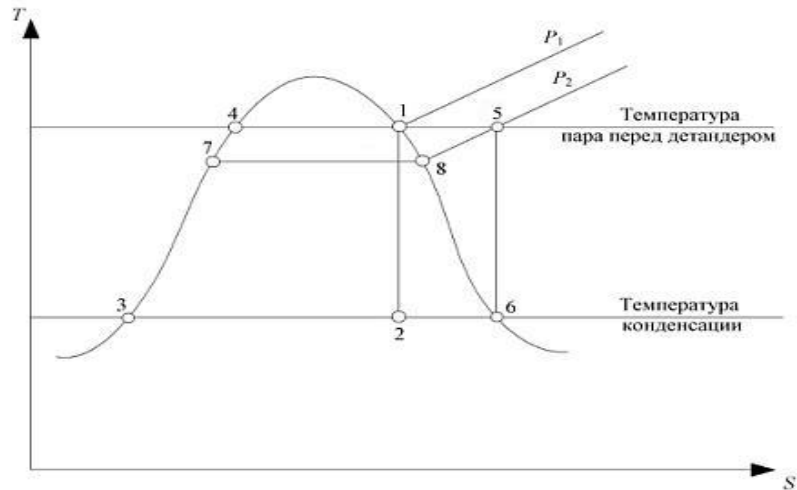


Рис. 1. Цикл 1 – 2 – 3 – 4 – 1 без перегревателя. Цикл 5 – 6 – 3 – 7 – 8 – 5 с пароперегревателем

Вместо лопаточного детандера (турбины) представляется возможным применение винтового детандера с всасыванием сухого насыщенного водяного пара. Естественно, в конце процесса расширения получится влажный пар. Капельная жидкость, присутствующая в расширяющей среде загромождает зазоры между профильными поверхностями винтов, а также между корпусом и винтами, уменьшая протечки пара, повышая тем самым эффективность работы винтового детандера.

Как известно природный газ из добычной скважины на поверхность земли поступает с давлением 7...10 МПа и с температурой около 40 °С. Для транспортировки газа по магистральным трубопроводам в компрессорной станции осуществляют его сжатие со степенью повышения давления 1,5, необходимой для проталкивания газа до следующей компрессорной станции. Компрессорная станция получает электроэнергию от электрогенератора ГТУ.

Расчеты процесса сжатия показали следующее. В качестве природного газа был принят метан. Параметры газа на входе в компрессор: давление 7 МПа, температура +40 °С. Степень повышения давления 1,5. Политропный КПД $\eta = 0,85$. Температура газа в конце процесса сжатия оказалась равной 176 °С. Схема включения детандера с дополнительным электрогенератором к магистральному трубопроводу показана на рис. 2.

Вариант организации соотносить вала детандера с валом компрессора не рассматривается, так как это требует значительные конструктивные изменения в штатный компрессор станции.

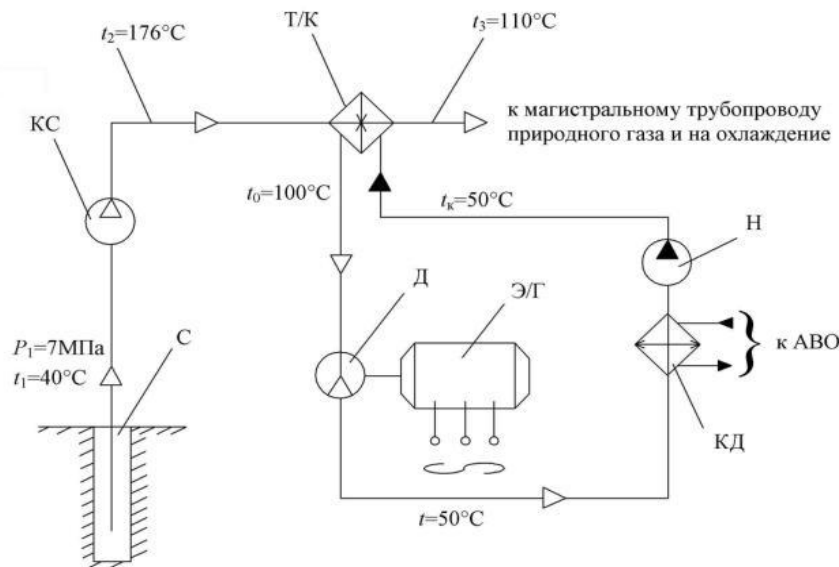


Рис.2. Схема присоединения детандера/электрогенератора к магистральному трубопроводу природного газа. С – добычная скважина, КС – компрессорная станция, Т/К – теплообменник/котел, Д – детандер, Э/Г – электрогенератор, АВО – аппарат воздушного охлаждения, КД – конденсатор, Н – циркуляционный насос

Как видно из рисунка 2 детандер работает в контуре прямого цикла, с целью получения дополнительной электроэнергии в электрогенераторе. Тип детандера применяется винтовой, так как он позволяет расширять насыщенный водяной пар.

Для дальнейших расчетов были приняты следующие параметры схемы с компрессорной станцией. Температура газа после теплообменника/кипяильника $t_3=+110$ °С. Температура кипения рабочего вещества в прямом цикле $t_0=+100$ °С. Температура конденсации рабочего вещества $t_k=+50$ °С.

Исходным рабочим веществом для прямого цикла принята вода. Выбор альтернативных рабочих веществ осуществлялся по следующим показаниям: давление перед детандером из условий общих требований к холодильному оборудованию не более 2МПа, давление после детандера из условия отсутствия подсоса наружного воздуха в систему не менее 0,1МПа.

Результаты расчетов по компрессорной станции приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчетов по компрессорной станции

Параметры	Рабочее вещество			
	R718	R21	R123	R11
Степень повышения давления π	8,21	3,56	3,75	3,36
Термический КПД цикла при адиабатном расширении	0,114	0,098	0,101	0,112

Как видно из таблицы 1 наилучшие показатели у воды, тем более, что все исследованные хладоны не соответствуют принципу бивалентности.

Следует отметить, что в теплообменнике/котле транспортируемый природный газ охлаждается. Понижение температуры газа оказывает положительный эффект на пропускную способность магистрального трубопровода. Ориентировочно понижение газа на 5 °С увеличивает пропускную способность трубопровода примерно на 1%.

В ГТУ температурный потенциал бросовой теплоты более высокий. Так, например, для агрегатов типа ГПА усредненное значение температуры выхлопных газов составляет 488 °С. Организацию схемы подключения детандера в составе прямого цикла к магистральному трубопроводу можно осуществлять по принципу примера на рис.2. Поскольку температура выхлопа из ГТУ значительная, то в качестве рабочего вещества можно применить воду. Для водяного пара давление конденсации при $t=+50$ °С составит $P_k=0,012335$ МПа. Давление кипения при $\pi=15$ составит $P_0=0,185025$ МПа. Это соответствует температуре кипения $t_0=+117,8$ °С. Температуру транспортируемого газа после теплообменника/котла можно принять равной 130°С.

Для корректности сравнения эффективности рабочих веществ для хладонов приняли ту же температуру кипения +117,8°С.

Результаты расчетов по газотурбинной установке приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчетов по газотурбинной установке

Параметры	Рабочее вещество			
	R718	R21	R123	R11
Степень повышения давления π	15,0	4,81	5,59	5,15
Термический КПД цикла при адиабатном расширении	0,143	0,120	0,123	0,138

Как видно из таблицы 2 в случае использования бросовой теплоты от ГТУ наибольший термический КПД у воды.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее привлекательным рабочим веществом для рассматриваемых прямых циклов является вода.

В качестве примера эффективности использования бросового тепла от газоперекачивающих агрегатов, рассмотрен агрегат ГПА – Ц – 25, изготавливаемый ОАО «Сатурн – Газовые турбины». Агрегат ГПА – Ц – 25 состоит из двигателя ПС – 90ГП – 25 и нагнетателя типа РТМ 25. Валы турбины и нагнетателя сосны.

Основные показатели ГПА:

Номинальная мощность турбины 25МВт

Расход выхлопных газов 79,6 кг/с

Температура выхлопных газов 488 °С

Расход перекачиваемого природного газа $1,87 \cdot 10^6$ $\text{нм}^3/\text{час}$

Предварительный калорический расчет показывает, что в номинальном режиме работы ГПА можно получить с помощью организации прямого цикла с винтовыми детандерами и расширением сухого насыщенного водяного пара примерно 3МВт дополнительной электроэнергии на $1 \cdot 10^6$ $\text{нм}^3/\text{час}$ перекачиваемого природного газа.

При использовании в пароводяном детандере винтов типа размерного ряда СКБК с внешними диаметрами 630 мм и относительной длиной винтов $k=1,35$ можно получить 180 кВт электроэнергии при температуре кипения 100°С и 450кВт при температуре кипения 117,8°С. Полученную электроэнергию можно использовать для автономного обслуживания инфраструктуры ГПА.

Список литературы:

1. Бадилькес И.С. Свойства холодильных агентов. М.: Пищевая промышленность, 1974. с.174.
2. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шлейкин А.Е. Техническая термодинамика. М.: Энергия, 1974. 447 с.

УДК 621.514

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ**В.Н. Докукин, В.А. Пронин**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

dockvn@mail.ru

При создании образцов новой техники одним из важнейших этапов проектирования является проведение экспериментальных (стендовых) испытаний опытных образцов. Наряду с проверкой работоспособности отдельных узлов и деталей в ходе экспериментальных испытаний снимаются рабочие характеристики машины.

Целью настоящей работы является анализ особенностей проведения стендовых испытаний винтовых маслозаполненных компрессоров (ВКМ) малой производительности.

Характеристики, которые обязательно должны быть получены при стендовых испытаниях ВКМ следующие:

1. холодопроизводительность компрессора – Q_o ;
2. действительная объемная производительность компрессора – V_d ;
3. эффективная мощность компрессора или эффективный КПД – N_e / η_e ;
4. температура хладагента на выходе из компрессора – t_2 ;
5. объемный или массовый расход масла – V_m / G_m .

В результате испытаний характеристики представляются в виде зависимостей от температур кипения и конденсации или степени повышения давления [1].

Способы определения характеристик ВКМ регламентируются ГОСТом [2]. Настоящий стандарт устанавливает методы испытаний поршневых, винтовых и ротационных (с приводом от внешнего или встроенного электродвигателя) холодильных компрессоров холодопроизводительностью свыше 3.5 кВт.

Испытания по определению холодопроизводительности проводят одновременно двумя независимыми методами. Результаты испытаний считаются приемлемыми при условии, если они отличаются друг от друга не более чем на 4%. За действительное значение холодопроизводительности принимают среднеарифметическое результатов двух испытаний, проведенных разными методами. Расчетную погрешность холодопроизводительности определяют, как указано в приложении 4 [2].

Испытания проводят при установившемся тепловом режиме, при котором все рабочие параметры остаются неизменными или изменяются в допустимых пределах. Установившийся режим поддерживают в течение не менее 90 минут. Из них расчетный участок, на котором проводят измерение и запись параметров, должен быть продолжительностью не менее 60 минут. Число измерений должно быть не менее 5.

За время испытаний должны быть измерены и занесены в протокол нижеследующие параметры, а их отклонения от средних арифметических значений не должны выходить за указанные пределы:

- давление хладагента во всасывающем и нагнетательном трубопроводах компрессора – $\pm 1\%$;
- температура хладагента во всасывающем трубопроводе в местах измерения – $\pm 3\%$;
- температура хладагента на нагнетательном трубопроводе;
- частота вращения вала компрессора – $\pm 1\%$ установленной при испытании (для компрессоров с внешним приводом), при условии, что отклонение от номинальной частоты в пределах – $\pm 3\%$;

– напряжение электросети – $\pm 3\%$ номинального значения (для компрессоров со встроенным электродвигателем). Допускается проводить испытания при большем колебании напряжения при условии измерения частоты вращения вала компрессора, которая не должна иметь отклонение более чем на 1% от установленной при испытании.

Рассмотрим методы испытаний. Холодопроизводительность (массовый расход хладагента) компрессоров одноступенчатого сжатия определяют сочетанием двух методов.

А – метод электрокалориметра. Теплоизолированный аппарат – электрокалориметр работает в качестве испарителя. Такой метод является предпочтительным для компрессоров холодопроизводительностью до 20 кВт. ВКМ малой производительности работают в области большей холодопроизводительности, таким образом, при испытаниях ВКМ применение данного метода исключено.

В – метод испарителя, С – метод конденсатора с водяным охлаждением. Метод испарителя, как и конденсатора, при холодопроизводительности свыше 20 кВт капиталоемок.

Д – метод теплообменника на паровом кольце. Данный метод является хорошим поверочным способом измерения производительности и в сочетании с методом расходомера пара хладагента на нагнетании – Е2, является оптимальным сочетанием. Капитальные затраты в данном сочетании минимальны, т.к. обеспечивается возможность работы по «газовому кольцу» и в тоже время надежно работает расходомер хладагента.

Метод расходомера пара хладагента на всасывании – Е1, для обеспечения корректной работы расходомера требует надежного и достаточно высокого перегрева на всасывании, что не всегда соответствует режимам испытаний. Измерение расхода жидкого хладагента – F, в свою очередь, требует надежного и достаточно высокого переохлаждения жидкого хладагента, и капиталоемкого стенда полной холодильной машины.

Мощность компрессоров со встроенным электродвигателем рекомендуется измерять на клеммах электродвигателя [2], но таким образом можно получить только электрическую мощность. Для определения эффективной мощности и КПД мы рекомендуем измерять перегрев пара рабочего вещества в обмотках электродвигателя, а затем, расчетным способом определять искомые величины [1].

У компрессоров с внешним приводом эффективную мощность рекомендуется измерять на валу компрессора [2], но в таком случае обязательно необходимо измерять и частоту вращения вала компрессора. Если невозможно измерить крутящий момент на валу, то допускается проводить измерения на клеммах электродвигателя.

Устройства для измерения крутящего момента (рис. 1) разнообразны, также как и требования, предъявляемые к ним [3].

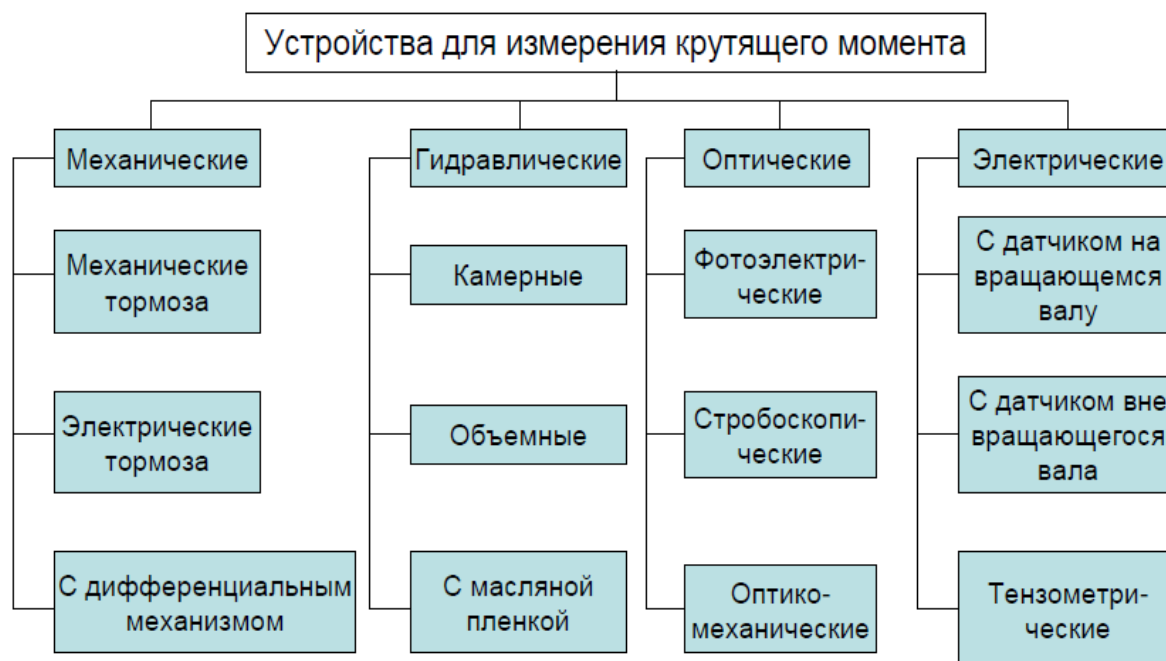


Рис. 1. Классификация устройств для измерения крутящего момента

Следует также, обратить внимание на то, что при экспериментальных исследованиях ВКМ малой производительности в схему стенда необходимо включать систему маслоотделения, маслоохлаждения, приборы и устройства для определения расхода, температуры и давления масла. Причем, маслоохладитель необходимо использовать с водяным охлаждением, для обеспечения точности поддержания режима. Кроме того, использование водяного теплообменника позволяет косвенным способом – по балансу теплообменника определять расход масла и поверять показания масляного расходомера [4].

Список литературы:

1. Холодильные машины / Под общей ред. Л.С. Тимофеевского. СПб.: Политехника, 2006. 944 с.
2. ГОСТ 28547-90 «Компрессоры холодильные объемного действия. Методы испытаний».
3. Одинец С.С., Топилин Е.Г. Средства измерения крутящего момента. Библиотека приборостроителя. М.: Машиностроение, 1997. 160 с.
4. Докукин В.Н. Испытание винтового маслозаполненного компрессора в режиме теплового насоса. / Тр. XV Междунар. науч.-тех. конф. по компрессорной технике. ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В. Б.Шнеппа». Казань, 2011. – Т. 1. – с. 74-81.

УДК 621.59/56

ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ОТКРЫТЫХ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ СЕЗОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**А.П. Цой¹, А.Я. Эглит², К.В. Киссер²**

1 – ТОО «Тениз», г.Алматы, Республика Казахстан

2 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

kisser90@list.ru

Проектирование систем холодоснабжения открытых спортивных сооружений – конькобежных дорожек, санно-бобслейных трасс, хоккейных площадок ведется согласно методике 70-х годов прошлого столетия [1]. Она с невысокой точностью позволяет оценить тепловую нагрузку на холодильное оборудование в близких к экстремальным условиям летнего периода. Для объектов сезонного использования проблемы расчета теплопритоков еще более возрастают, так как в СНиПах по климатологии местности для осенних и весенних месяцев приводится еще более скудная информация.

В октябре месяце, когда такой объект запускают в очередную эксплуатацию в южной части Казахстана, имеется вероятность пиковых температур в середине и даже в конце месяца. Поэтому, оценка теплопритока из окружающего воздуха по привычной для холодильной техники расчетной температуре наружного воздуха дает спорные результаты. Между тем, более заметную роль в расчете этого теплопритока играет коэффициент теплопередачи от воздуха к холодной поверхности льда. Предлагаемые в [1] его значения в 7...9 Вт/(м²К) не имеют должного экспериментального обоснования.

Если принять допущение о том, что в короткие (несколько часов) периоды экспериментальной для октября температуры имеет место отсутствие ветра и коэффициент теплоотдачи находится в пределах 2,5...3 Вт/(м²К) (что характерно для крытых катков), то теплоприток от окружающего воздуха в таком сочетании окажется даже меньше рассчитанного по действующей методике.

Рассмотрено три варианта, иллюстрирующих это допущение:

- Среднемесячная температура наружного воздуха с рекомендуемой [1] скоростью ветра 2 м/с;
- Расчетная температура наружного воздуха в сочетании с полусуммой скоростей по крайним вариантам (1 м/с) и близкая к экстремальной температура наружного воздуха в данной местности при отсутствии ветра.

Для условий осени в Алматы сравнение имеет вид (табл.1)

Таблица 1

Параметр	«Теплоприток от конвекции»		
	$t_{л} = -3^{\circ}\text{C}$		
$t_{н}, ^{\circ}\text{C}$	18	22	26
$v, \text{ м/с}$	2	1	0
$\alpha, \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$	8,13	2,53	2,62
$q_1, \text{ Вт/м}^2$	168	63	76

Очевидно, что определяющую роль в значении теплопритока от конвекции наружного воздуха к поверхности льда играет принятая скорость воздуха.

Еще большие сложности связаны с оценкой теплопритока от конденсации водяного пара и воздуха и замерзания его на поверхности льда. При расчете теплопритока от конвекции за температуру наружного воздуха принимается его значение на заметном ($\approx 1,5$ м) удалении от поверхности льда. Очевидно, что на более близкое расстояние температура воздуха иная, а его относительная влажность тем более.

Приняты допущения:

1. Коэффициент δ , обратный коэффициенту испарения (коэффициент конденсации водяного пара) находятся в рекомендуемом [1] диапазоне и увеличивается с понижением температуры.
2. Относительная влажность воздуха соответствует своему максимальному суточному значению в 15⁰⁰ в момент близкий к максимальной суточной температуре.

Тогда для условий осени в Алматы (табл.2):

Таблица 2

Параметр	Теплоприток от конденсации и замерзания влаги		
	$t_{л} = -3 \text{ }^{\circ}\text{C}$		
$t_{н}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	18	22	26
$\varphi_{н}$	0,64	0,49	0,49
$x, \text{ кг/кг}$	10	8	11
$\delta, \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}$	25	30	25
$q, \text{ Вт/ м}^2$	138	125	149

Где: $t_{н}$ – температура наружного воздуха; $\varphi_{н}$ – относительная влажность воздуха; x – влагосодержание воздуха.

Следует отметить, что величина теплопритока от конденсации и замерзания влаги в рамках принятых допущений находятся в пределах точности расчета.

Рекомендуемое в [1] значение полной солнечной радиации далеко от максимума суточной интенсивности, приходящийся на полдень и хорошо коррелируется с принятым допущением об анализе суточным климатических данных на 15⁰⁰.

Предлагаемый вариант оценки тепловой нагрузки тепловой нагрузки на систему холодо-снабжения не снимает проблему ее качественного расчета, но позволяет предлагать вариант холодильной установки, расчетный режим которой способствует более эффективной эксплуатации объекта. Дело в том, что требуемая температура хладоносителя определяется через относительную температуру, зависящую от шага трубной решетки объекта, диаметра ее труб, но в основном от эффективного коэффициента теплоотдачи. Последний представляет собой отношение суммарного теплопритока на поверхность льда к разности температур льда и окружающего воздуха.

Использование в качестве ее экстремальной или (близкой к ней) температуры воздуха в месяце ввода объекта в эксплуатацию позволяет при одинаковом (даже меньшем) суммарном теплопритоке к поверхности льда иметь заметно меньшее значение эффективного коэффициента теплоотдачи, и следовательно, более высокую расчетную температуру хладоносителя. Для климатических условий Алматы это приводит к повышению расчетной температуры кипения хладагента на 3 К.

Например, для климатических условий Алматинской области расчетная температура наружного воздуха в октябре по (1) $t_{н,р}=18 \text{ }^{\circ}\text{C}$, а по (2) повторяемость $t_{н} = +22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ около 22 часов за 100 лет наблюдений. Результаты исследований сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Результаты исследований по г.Алматы		
Показатель	Методика	Предлагаемая методика
1. <i>Составляющие тепловой нагрузки на лед:</i>		
Расчетная температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$	18	22
Скорость ветра, м/с	1	0
Коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	8,13	2,62
Теплоприток от конвекции, $\text{Вт}/\text{м}^2$	168	63
Относительная влажность воздуха, %	64	49
Теплоприток от конденсации влаги, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	138	125
Теплоприток от солнечной радиации, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	108,2	108,2
Тепловая нагрузка на лед, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	416	298

2. <i>Параметры работы холодильной установки при $t_a = -3^{\circ}\text{C}$:</i>		
Эффективный коэффициент теплоотдачи, Вт/(м ² К)	20	12
Относительная температура трубной решетки	0,5566	0,6474
Температура хладоносителя, ⁰ С	-20	-17
Температура хладагента, ⁰ С	-26	-23
Температура конденсации, ⁰ С	33	37

Разумеется, при этом расчетная температура конденсации хладагента возрастает на 4 К. Подобный режим эксплуатации холодильной установки (несколько десятков часов за сезон) характеризуется меньшими эксплуатационными затратами. Вопрос о капитальных затратах оставлен за пределами статьи, так как разница в пределах точности расчета. Основным достоинством предлагаемого решения является возможность спроектировать холодильную установку, готовую к эксплуатации в экстремальных для начала сезона условиях.

Список литературы:

1. Энциклопедический справочник «Холодильная техника» в трех книгах. Том 2- М.: Госторгиздат, 1961. 565 с.
2. СНиП II- А.6-72 «Строительная климатология и геофизика»
3. Рекомендации по проектированию инженерного оборудования искусственных катков. ГосГражданСтрой ЛенЗНИИЭП.: Ленинград, 1972.-98с.

УДК 621.565.83

МОДЕЛИРОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА РАСЧЕТА ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В НЕБЕСНУЮ СФЕРУ

А.П. Цой¹, А.С. Грановский¹, А. Керымакын¹, А.В. Бараненко², А.Я. Эглит²

1 – Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан

2 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Земная поверхность, как и любые другие физические тела, излучает в окружающее пространство электромагнитные волны в инфракрасном диапазоне. Часть энергии, излучаемой землей, проходит через всю толщину атмосферы и уходит в космическое пространство. Часть энергии отражается от атмосферы и возвращается. Эффективное излучение представляет собой разницу между собственным излучением земной поверхности и поглощаемой земной поверхностью частью противоизлучения атмосферы [1].

Ночью, когда приток теплового излучения от Солнца отсутствует, земная поверхность излучает энергии больше, чем принимает обратно от окружающей атмосферы. Это явление можно использовать для отвода теплоты от различных систем, т.е. создать холодильную систему, охлаждение в которой создается за счет эффективного излучения [2].

Для осуществления процесса охлаждения в системах данного типа необходима циркуляция хладоносителя через радиаторы системы, требующая сравнительно небольших затрат энергии.

Таким образом, можно достичь температуры хладоносителя ниже, чем у окружающего воздуха на 5-10°C. Некоторые из систем уже показали на практике свою работоспособность в условиях жаркого сухого климата юга Северной Америки [3, 4].

Для разработки системы охлаждения с использованием эффективного излучения, необходима количественная оценка величины излучения.

Способы расчета величины эффективного излучения предложены в работах множества авторов (Кондратьева К.Я., Ефимовой, Чена, Паркера, Брента и Луцюка и др. [1,3,4, 5, 6]).

Все известные формулы можно разделить на две основные группы.

Формулы первой группы учитывают не все параметры, влияющие на поток эффективного излучения, что может вызвать ошибки. Формулы второй группы требуют значительного количества данных о состоянии атмосферы в рассматриваемый момент времени, получение которых может быть связано со значительными трудностями.

Для инженерного расчета величины потока эффективного излучения была разработана математическая модель и программа.

Общий вид расчетной формулы используемой в программе аналогичен виду формулы Брента [1]:

$$E_{эф} = \delta[\sigma \cdot (273,15 + t_b)^4 \cdot k_{вп} \cdot k_{об} + k_{ст}], \quad (1)$$

где: δ – относительная излучательная способность поверхности установки;

σ – постоянная Стефана-Больцмана, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·град⁴);

$k_{ст}$ – поправка на разницу между температурой излучающей поверхности и температурой воздуха, Вт/м²;

t_b – температура воздуха на высоте 2 м над уровнем земной поверхности, °C;

$k_{вп}$ – коэффициент, учитывающий влияние содержания водяного пара в воздухе приземного слоя атмосферы;

$k_{об}$ – коэффициент, учитывающий влияние общей облачности.

В программе используется коэффициент $k_{вп}$ выведенный из формулы Бинг Чена, т.к. он отражает результаты наиболее современных исследований, направленных на определение потока эффективного излучения, и был определен специально для проектирования холодильных систем. После проведения некоторых преобразований он может быть записан в виде:

$$k_{\text{вп}} = 0,202 - 0,0044 \cdot t_{\text{ро}}, \quad (2)$$

где: $t_{\text{ро}}$ – температура точки росы воздуха, °С.

Учет влияния облачности на величину эффективного излучения выполняется по методике, предложенной в работах Будыко М.И., Берлянд Т.Г. и Зубенок Л.И. [1].

$$k_{\text{об}} = 1 - cR^2, \quad (3)$$

где: c – коэффициент показывающий, как изменяется влияние облачности на величину эффективного излучения в зависимости от географической широты местности, для которой проводятся расчеты. Его можно определить по рис. 1; R – общая степень облачности в долях от единицы, $0 \leq R \leq 1$.

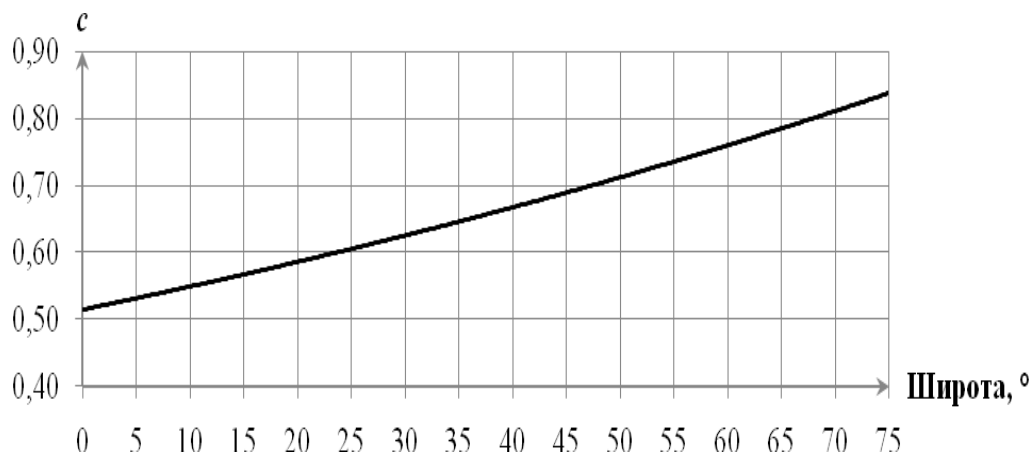


Рис. 1. Значения коэффициента c в зависимости от географической широты

Поправка $k_{\text{ст}}$ может быть определена по формуле:

$$k_{\text{ст}} = \sigma[(t_{\text{инп}} + 273,15)^4 - (t_{\text{в}} + 273,15)^4], \quad (4)$$

где: $t_{\text{инп}}$ – температура излучающей поверхности, °С.

По результатам вычислений для холодильных систем, можно сказать, что среднюю за ночь величину эффективного излучения с достаточной степенью точности можно рассчитывать по средней ночной температуре воздуха, средней температуре точки росы и облачности.

Температура излучающей поверхности при этом может быть рассчитана как разность между температурой хладоносителя в аккумуляторе холода в начале процесса охлаждения и ожидаемой величиной охлаждения, определяемой в зависимости от емкости аккумулятора:

$$\bar{t}_{\text{инп}} = \bar{t}_{\text{а0}} - \frac{\Delta t_{\text{а}}}{2} \quad (5)$$

где: $\bar{t}_{\text{инп}}$ – средняя ночная температура излучающей поверхности, °С; $\bar{t}_{\text{а0}}$ – температура хладоносителя в аккумуляторе холода в начале процесса охлаждения; $\Delta t_{\text{а}}$ – величина охлаждения аккумулятора холода за ночь, определяемая как функция от отношения $\frac{M_{\text{а}}}{F_{\text{р}}}$, рассчитанная заранее

для конкретной модели радиатора при использовании в системе определенного вида хладоносителя; $M_{\text{а}}$ – масса хладоносителя в аккумуляторе холода, кг; $F_{\text{р}}$ – площадь излучающей поверхности радиатора, м².

Ниже представлен график изменения $\Delta t_{\text{а}}$ для радиатора $s\eta_{\text{р}}=0,7$ при работе в условиях летнего климата г. Алматы. В качестве хладоносителя в данном случае используется обычная вода.

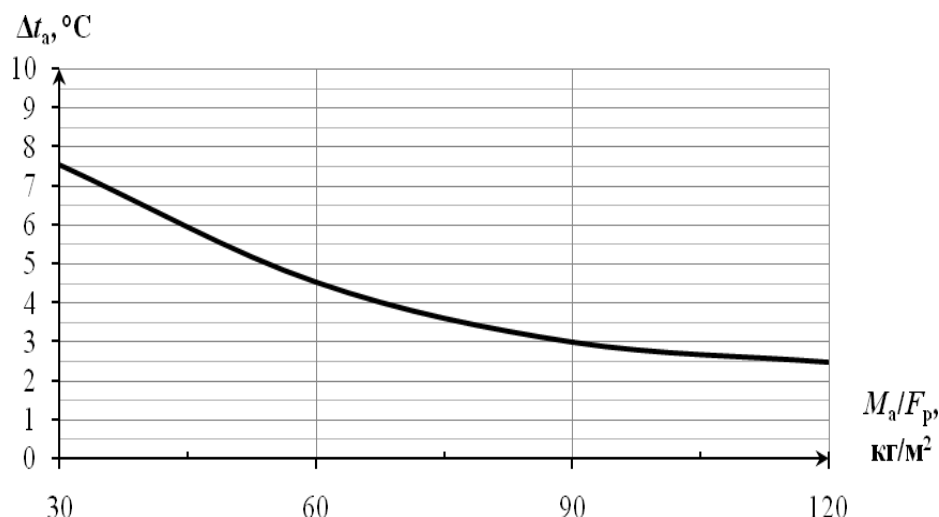


Рис. 2. Зависимость понижения температуры в аккумуляторе холода за ночь от отношения массы хладоносителя к площади радиаторов

Общее количество холода, полученное за ночь с 1 м^2 радиатора (эффективную холодопроизводительность), можно определить по формуле:

$$Q = 3,6 \cdot E_{\text{эф}}(\bar{t}_v, \bar{t}_{\text{ип}}, \bar{t}_{\text{ро}}, \bar{R}) \cdot \eta_p \cdot \eta_c \cdot \tau_n \quad (6)$$

где: τ_n – продолжительность ночи, ч; \bar{t}_v – средняя за ночь температура воздуха за ночь, $^\circ\text{C}$; $\bar{t}_{\text{ро}}$ – средняя температура точки росы, $^\circ\text{C}$; \bar{R} – среднее значение общей облачности; η_p – общий КПД радиатора, который представляет собой отношение количества теплоты, которое забирается от хладоносителя в радиаторе в единицу времени, к теоретически-возможной величине эффективно-го излучения; η_c – коэффициент, учитывающий теплопритоки к хладоносителю при его транспортировании до аккумулятора холода.

Так как в программе используются эмпирические формулы расчета эффективного излучения, следует учитывать, что наибольшую точность имеют результаты вычислений для положительных значений температуры воздуха и излучающей поверхности [7].

Описанная методика дает удовлетворительные результаты, точность которых достаточна для решения практических задач при расчете ожидаемого охлаждающего эффекта холодильных систем по средним значениям параметров атмосферного воздуха за несколько дней.

Список литературы:

1. Кондратьев К.Я. Актинометрия. Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1965. 693 с.
2. Цой А.П., Бараненко А.В., Эглит А.Я. Использование эффективного излучения в холодильной системе открытого ледового катка. // Вестник МАХ. 2012. №4. С. 8 – 11
3. Parker D.S. Theoretical evaluation of the nightcool nocturnal radiation cooling concept: report : FSEC-CR-1502-05 / Florida Solar Energy Center, – Clearlake Rd., 2005. 44 p.
4. Mark Chalom, Bristol Stickney. Potentials of night sky radiation to save water and energy in the state of New Mexico / Governor Richardson's water innovation fund, New Mexico. 2006.
5. Determination of the clear sky emissivity for use in cool storage roof [Электронный ресурс] / Bing Chen. – Omaha: University of Nebraska, 1991. – Режим доступа: <http://www.ceen.unomaha.edu/solar/>.
6. Night radiative cooling. The effect of clouds and relative humidity. [Электронный ресурс] / Luciuik M. – Cranford: William Miller Sperry Observatory, 2007. – Режим доступа: <http://www.asterism.org/>.
7. Программа расчета потока эффективного излучения [Электронный ресурс] – Алматы: ТОО Тениз, 2013. – Режим доступа: http://maxteniz.kz/iak_in_rk/article_iac/ercalc/.

УДК 621.515

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК
МОДЕЛЬНОЙ СТУПЕНИ ХЦК****В.А. Коротков, Ю.В. Татаренко**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

refmach@mail.ru

Развитие холодильной техники показало, что ряд рабочих веществ из числа фторхлоруглеродов, обладающих благоприятными термодинамическими свойствами и нашедшие широкое применение в холодильной технике, оказались экологически небезопасными, так как способствуют разрушению озонового слоя Земли, защищающего её от опасного ультрафиолетового излучения

В связи с этим возникают сложные проблемы при замене рабочего вещества у холодильных центробежных компрессоров, так как их режим работы во многом определяется такими параметрами как газовая постоянная, зависящая от молекулярной массы вещества, и показателя изэнтропии. Они определяют скорость звука, а значит и один из определяющих режимных газодинамических параметров – условное число Маха по окружной скорости. Вторым газодинамическим параметром, определяющим подобие кинематики потока при выходе из колеса компрессора, является приведенный расход или условное число Маха по скорости рабочего вещества при входе в колесо [1].

Для обеспечения при работе на другом рабочем веществе одной и той же производительности компрессора и того же значения отношения давлений необходимо, чтобы оба эти газодинамические параметра подобия были одинаковы для обоих рабочих веществ.

Поэтому главной задачей, стоящей перед специалистами, является подбор и разработка такого рабочего вещества, у которого молекулярная масса, показатель изэнтропии, а значит и скорость звука, не будет ощутимо отличаться от аналоговых параметров заменяемого рабочего вещества.

Ввиду трудности подбора чистого экологически безопасного вещества, обладающего такими же свойствами, что и R12, наиболее перспективным направлением является создание смесей, подходящих для замены существующих чистых рабочих веществ и обладающих теми же термогазодинамическими свойствами.

В настоящее время в отечественном и зарубежном компрессоростроении накоплен определенный опыт проектирования и применения центробежных рабочих колес с пространственными лопатками (иногда называемых еще трехмерными). Интерес к этому типу колес обусловлен их принципиальным преимуществом перед традиционно применяемыми колесами с цилиндрическими лопатками (двухмерными). Преимущества трехмерных колес определяются снижением средней относительной скорости при входе на лопатки, оптимальными углами атаки по всей ширине канала на входе и применением контуров с непрерывно и плавно изменяющейся кривизной, позволяющей оптимальным образом распределять скорости, как по ширине канала, так и вдоль контуров лопаток.

Исследования проводились на экспериментальной модели ступени центробежного компрессора кафедры холодильных машин и низкопотенциальной энергетики ИХ и БТ.

Сопоставление показывает, что в основном параметры R12 [2] и смеси (R22, R21, R218) близки по давлениям кипения и конденсации, что позволяет без опасений использовать всю имеющуюся теплообменную аппаратуру. Сравнение проводилось при одних и тех же температурах конденсации и кипения. Ввиду того, что исследуемая смесь является неazeотропной, давления для хладона R12 принимались при средних температурах конденсации и кипения.

В результате исследования установлено, что при переходе с рабочего вещества на смесь характеристики модельной ступени изменяются незначительно, причем отношение давлений при фиксированном значении числа Маха по окружной скорости даже несколько возрастает. Что дает некоторый запас по температуре кипения, хотя может привести к необходимости обеспечить незначительное увеличение температуры конденсации.

Анализ и обобщение результатов экспериментального и теоретического исследования позволяют сделать вывод о возможности замены R12 на смесь без изменения конструкции и частоты вращения ротора компрессора.

Массовый расход смеси при одних и тех же режимах работы больше, чем при сжатии R12 из-за более высокой плотности смеси в проточной части. Однако изменение холодопроизводительности и температур кипения и конденсации при переходе с R12 на смесь может быть с достаточной точностью оценено только на основе эксперимента, проведенного либо на опытной маломерной холодильной машине, либо непосредственно на холодильной машине ХТМФ-248-4000 после ее перезаправки смесью.

Список литературы:

1. Бухарин Н.Н. Моделирование характеристик центробежных компрессоров. Л.: Машиностроение. 1983. 214 с.
2. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ: Справ./ Под ред. С.Н. Богданова. 4-е изд., перераб. И доп. СПб, СПбГАХиПТ, 1999. 320 с.

УДК 621 .565

АНАЛИЗ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ И ПЕРЕВОЗКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

А.А. Крайнев, В.П. Суедов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

kraynevaa@yandex.ru

Сокращением потерь растительного сырья и продовольствия является очень важной как экономической, так и общественно-политической задачей. Об этом свидетельствуют следующие данные. Ежегодные физические потери овощей на пути от поля к потребителю доходят до 30%, а экономические потери составляют 4,0 – 5,5 млрд. руб. В то же время, для фруктов и ягод физические потери доходят до 35%, а экономические – до 4,5 – 5,5 млрд. руб. По данным профильных институтов РАСХН существенные потери растительной продукции в России происходят при первичной обработке холодом и транспортировке. Их величина колеблется от 8,0% до 9,5%. Важным фактором в этом процессе является обеспеченность холодом, которая в России в 2 раза ниже, чем в развитых странах. Это обстоятельство является причиной того, что в этих странах потери фруктов и овощей в 2,5 раза ниже, чем в России.

В настоящее время, в основном, обработка холодом овощей и фруктов начинается только после того, как эта продукция поступает на промышленные предприятия или в охлаждающие устройства, которые находятся на значительном расстоянии от места сбора этой продукции. В связи с этим, проходит достаточно много времени от момента сбора до момента первичной обработки холодом. Согласно исследованиям, проведенным научно-исследовательским институтом консервной и овощесушильной промышленности, одним из главных факторов длительного сохранения продукции растительного происхождения является первоначальное предварительное охлаждение, которое необходимо проводить перед транспортировкой или хранением этой продукции. Своевременное предварительное охлаждение позволяет продлить сроки холодильного хранения яблок, груш, винограда на 1,5 месяца; косточковых плодов на 0,5 месяца, овощей на несколько недель и даже месяцев. Согласно полученным результатам этих исследований, было отмечено, что очень важным элементом при реализации такой технологии является продолжительность периода от момента сбора растительного сырья до начала его охлаждения. Предварительное охлаждение в короткие сроки после уборки урожая позволяет на 10 – 25% повысить выход товарной продукции, а после транспортировки на 10 – 20% сократить потери от порчи. Было также отмечено, что на конечное качество растительной продукции при её холодильном хранении оказывает влияние продолжительность доохлаждения до температуры хранения, которое проводится после предварительного охлаждения.

Увеличение доохлаждения яблок от 7 °С до 2 °С с 19 часов до 134 часов при предварительном охлаждении от 22 °С до 7 °С в течение 1,3 час позволяет повысить выход стандартной продукции на 12%.

В наибольшей мере сократить время от сбора урожая до начала предварительного охлаждения растительной продукции с последующим её доохлаждением можно непосредственно на месте её уборки.

Для реализации технологии предварительного охлаждения с последующим доохлаждением растительной продукции в США, Франции, Великобритании, Канаде, Бельгии, Японии, Италии и других странах используется специальное холодильное оборудование.

В нашей стране для аналогичных технологий также было разработано соответствующее холодильное оборудование. Один из вариантов такого решения представляет из себя мобильную холодильную установку с быстровозводимым пневмохранилищем, перевозимым в свернутом виде на автоприцепе. Передвижной холодильник разработан в виде автономных пространственных модулей, что позволяет осуществлять их быстрое, в течение нескольких часов, возведение, а в случае необходимости – стыковки модулей для получения большей грузовой вместимости.

Такой мобильный комплекс за сезон можно перемещать несколько раз в пределах одного хозяйства, района, области. Короткие сроки введение в действие (4 – 6 часов) и простота эксплуатации позволяет использовать такую холодильную установку в полевых условиях.

Одним из вариантов такой установки является комплекс, который укомплектован пневмохранилищем «Вымпел», состоящим из трех взаимосвязанных блоков и тамбура; передвижной холодильной установкой холодопроизводительностью 58 кВт при температуре кипения (-15°C) и конденсации 30°C ; газодувкой для поддержания избыточного давления в пневмопанельных ограждениях. Габаритные размеры этого комплекса в развернутом виде вместе с холодильной установкой $22 \times 10 \times 5$ м. Само пневмохранилище имеет габариты $14 \times 8 \times 5$ м. Оно представляет из себя сооружение полуцилиндрической формы, которая поддерживается избыточным давлением воздуха внутри ограждения ($250 - 300$ Па). Наполненное воздухом ограждение имеет достаточно низкое значение коэффициента теплопередачи не выше $0,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{K})$.

Испытания этого комплекса, проведенные ОТИХП и ВНПОКПиСПТ, показали, что при температуре наружного воздуха 36°C в солнечный день температура внутри пустого пневмопанельного хранилища понижается до 0°C через 15 – 20 мин после включения холодильной установки. Процесс охлаждения до $1 - 2^{\circ}\text{C}$ растительного сырья с температурой 25°C при полной загрузке холодильника продолжается не более 18 – 20 ч.

Основным потребителем энергии для такой установки является холодильная машина. Снижение расхода энергии при производстве холода является основным решением для уменьшения энергозатрат на эксплуатацию всего комплекса холодильной установки с пневмохранилищем «Вымпел». Одним из путей для решения этой задачи может стать использование комбинации естественных источников холода с холодильными машинами. В качестве естественного источника холода может быть применен лед, заготовленный в зимний период года. Для этого могут быть использованы различные аккумуляторы естественного холода. Лед, заготовленный таким образом, наиболее целесообразно использовать путем стаивания непосредственно в аккумуляторах по методу В.А.Бобкова. При выработке холода по такому методу в течение 100 летних дней по 8 ч на каждый кВт холодопроизводительности потребуется 10 м^3 льда, а для его размещения 6 м^2 площади. Большие размеры и громоздкость такой системы охлаждения, а также невозможность её размещения в населенных пунктах по архитектурным соображениям становятся несущественными недостатками при устройстве таких аккумуляторов холода в местах сбора урожая растительных продуктов.

Более обоснованные выводы об эффективности предварительного охлаждения и доохлаждения растительного сырья мобильными холодильными установками в комбинации с естественными аккумуляторами холода требуют проведения дальнейших исследований такой системы охлаждения.

УДК 621.565.7

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОЛОДА В СОСТАВЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

А.А. Крайнев, С.А. Сериков

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

ky4er87@mail.ru

В связи с ростом дефицита и цен на энергоносители проблемы энергоснабжения приобретают всю большую актуальность. Холодильная установка потребляет много энергии и рассчитывается на температурные режимы летнего периода с тяжелыми условиями работы холодильной установки при высоких температурах конденсации и большом потреблении энергии.

Снижение энергопотребления во многом определяется на этапе проектирования конкретного объекта путем выбора схемы, подбора оборудования и алгоритма работы. Применение в составе холодильной установки аккумуляторов холода является одним из современных эффективных способов снижения энергозатрат на выработку холода.

Наиболее широко используются аккумуляторы искусственного холода. Однако, всё большее применение находят установки, позволяющие использовать естественный холод, аккумулированный в холодное время года.

В России большая территория имеет продолжительный зимний период в течение года. Низкие зимние температуры и вечная мерзлота являются неиссякаемыми источниками естественного холода. При их использовании значительно сокращаются энергетические расходы на производство холода холодильными установками, что в конечном итоге повышает экологическую безопасность холодильных систем.

Переохлаждение жидкого хладагента после конденсатора существенный способ увеличения холодопроизводительности холодильной установки. Понижение температуры переохлаждаемого хладагента на один градус соответствует повышению производительности нормально функционирующей холодильной установки примерно на 1% при том же уровне энергопотребления [1].

В используемом в настоящее время для этих целей регенеративном цикле переохлаждение хладагента связано с увеличением работы цикла. Поэтому степень переохлаждения имеет определенные ограничения.

Этого можно избежать, используя внешний источник отвода теплоты для переохлаждения жидкого хладагента до ТРВ. Одним из таких источников может стать естественный холод, аккумулированный в зимний период.

Для оценки использования такой возможности были проведены некоторые ориентировочные расчеты, которые позволили оценить перспективы использования естественного холода для этих целей.

Расчеты проводились для холодильной установки с воздушным конденсатором, работающей на R404a в климатических условиях города Магадана, для которого температура наружная расчетная $t_{н.р} = 21^{\circ}\text{C}$, температура конденсации $t_k = 34^{\circ}\text{C}$ перепад температур между теплообменивающимися средами в конденсаторе составлял 13°C . Температура источника холода принималась равной $+2^{\circ}\text{C}$. В период работы установки с использованием аккумулированного холода были включены месяцы с температурой окружающей среды $t_{о.с} > 10^{\circ}\text{C}$. Для условий г.Магадан такой период составляет 3 месяца [2].

Эффективность применения естественного холода определялась при сопоставлении показателей работы холодильной установки без аккумулятора холода и холодильной установки с аккумулятором естественного холода, функциональные схемы которых представлены на рис. 1.

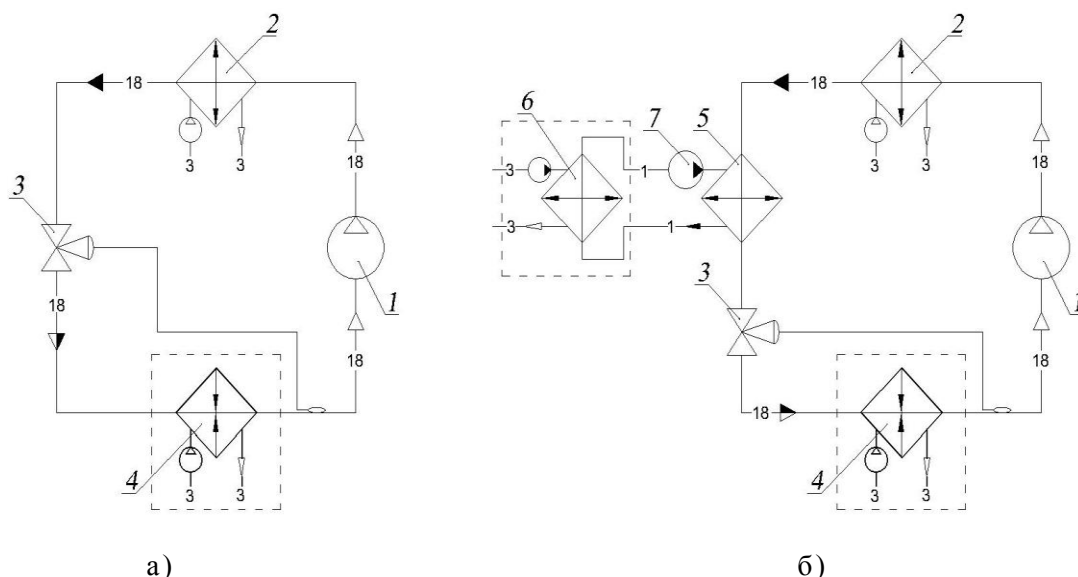


Рис.1 Функциональные схемы холодильных установок
 а – без аккумулятором холода; б – с аккумулятором холода;
 1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3 – ТРВ; 4 – охлаждаемый объект; 5 – теплообменник; 6 – аккумулятор естественного холода; 7 – насос.

Для сравнения были выбраны следующие показатели: приведенные затраты, энергозатраты и требуемая теоретическая объемная подача компрессоров.

При использовании аккумулятора естественного холода переохлаждение холодильного агента Δt составляло $24\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для традиционного схемного решения - $\Delta t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Приведенные затраты ПЗ определялись как:

$$ПЗ = (Ц_{\text{к}} + Ц_{\text{кд}} + Ц_{\text{т.о.}} + Ц_{\text{н}} + Ц_{\text{б}}) \cdot 0,15 + (N_{\text{к}} + N_{\text{кд}}) \cdot t_{\text{год}} \cdot Ц_{\text{эл}} + N_{\text{н}} \cdot t_{\text{н}} \cdot Ц_{\text{эл}}$$

где, $Ц_{\text{к}}$ - цена централи, руб;
 $Ц_{\text{кд}}$ - цена конденсатора, руб;
 $Ц_{\text{т.о.}}$ - цена теплообменника, руб;
 $Ц_{\text{н}}$ - цена насоса, руб;
 $Ц_{\text{б}}$ - цена бака аккумулятора, руб;
 $N_{\text{к}}$ - потребляемая мощность компрессора, кВт;
 $N_{\text{кд}}$ - потребляемая мощность конденсатора, кВт;
 $N_{\text{н}}$ - потребляемая мощность насоса, кВт;
 $t_{\text{год}}$ - время работы установки за год, сек;
 $t_{\text{н}}$ - время работы насоса, сек;
 $Ц_{\text{эл}}$ - цена электроэнергии, руб/(кВт·ч);

Для расчетов были использованы прайс-листы фирмы “НСК”, а также программные продукты фирм производителей холодильного оборудования: bitzer, alfa-laval, friterm, grundfos.

Эффективность применения аккумуляторов естественного холода была определена для среднетемпературной холодильной установки с температурой кипения $t_0 = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$, для которой результаты расчетов приведены в табл.1; а так же для низкотемпературной холодильной установки с температурой кипения $t_0 = -35\text{ }^{\circ}\text{C}$, для которой результаты расчетов приведены в табл.2.

Таблица 1.

Показатели сравнения	Теплоприток		
	90 кВт	70 кВт	30 кВт
ПЗ при $\Delta t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$, руб.	1583821	1179672	583642
ПЗ при $\Delta t = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$, руб.	1517948	1105382	514216
Разница в ПЗ, руб.	65873	74290	69426
Энергозатраты за год при $\Delta t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$, руб.	1402960	1054234	507808
Энергозатраты за год при $\Delta t = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$, руб.	1054348	769348	348275
Разница в энергозатратах за год, руб.	348616	284886	159533
Требуемая теоретическая объемная подача компрессора при $\Delta t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$, м ³ /ч	0,0406	0,0316	0,0135
Требуемая теоретическая объемная подача компрессора при $\Delta t = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$, м ³ /ч	0,0328	0,0255	0,0109

Таблица 2.

Показатели сравнения	Теплоприток		
	78 кВт	58 кВт	33 кВт
ПЗ при $\Delta t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$, руб.	2842320	2128200	1242720
ПЗ при $\Delta t = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$, руб.	2745800	2066880	1036880
Разница в ПЗ, руб.	96520	61320	205840
Энергозатраты за год при $\Delta t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$, руб.	2551560	2128200	1085627
Энергозатраты за год при $\Delta t = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$, руб.	2147720	2066880	789360
Разница в энергозатратах за год, руб.	403840	61320	296267
Требуемая теоретическая объемная подача компрессора при $\Delta t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$, м ³ /ч	0,126	0,093	0,053
Требуемая теоретическая объемная подача компрессора при $\Delta t = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$, м ³ /ч	0,099	0,074	0,042

Анализ результатов расчета показывает, что в определенных условиях применение аккумуляторов естественного холода в составе холодильной установки целесообразно как для установок, работающих на среднетемпературный холод, так и для установок, работающих на низкотемпературный холод. При этом уменьшаются приведенные затраты и снижаются расход электроэнергии, а также затраты, связанные с её потреблением. Использование аккумуляторов естественного холода позволяет, сократить требуемую теоретическую объемную подачу компрессоров, что позволяет снизить стоимость компрессоров.

УДК 538.9; 538.953; 621.514

К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ОПАСНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ НАЛЕДЕЙ НА КРЫШАХ ЗДАНИЙ С ЧЕРДАЧНЫМИ ПРОСТРАНСТВАМИ И СОСУЛЕК НА КОЗЫРЬКАХ КРЫШ

Н.Ф. Крупененков

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

krupenenkov@mail.ru

Проблема образования наледей на крышах зданий с чердачными пространствами и сосулек на козырьках крыш весьма актуальна с точки зрения безопасности граждан и сохранения целостности поверхности крыш при их очистке от снега. Но эти методы большей частью имеют разрушающий характер для кровли.

На текущий момент времени существуют различные методы и технологии удаления снега с крыш и особенно сосулек с козырьков: **Фактические, удаляющие образующиеся на свесах кровли сосульки и наледь**: механический; с помощью перегретого пара; электроимпульсный; ультразвуковой; лазерный;

Профилактические, препятствующие образованию наледей и сосулек (содержание холодных чердаков в соответствующем тепловом состоянии): изоляция чердаков, кровель и верхней разводки отопления теплоизоляционными материалами; герметичная вентиляция здания; реконструкция кровель и водостоков; применение антиобледенительных покрытий кровель; оборудование края кровли т. н. «капельниками», форма которых не позволяет удерживать сосульки какой-либо значительной массы; плотно закрытые входные двери на чердак, отсутствие иных источников тепла; слуховые окна и иные продухи должны проветривать чердак и быть прикрытыми лишь решёткой от осадков и птиц; нагрев кромок кровель и водостоков (электрический, водяной, паровой, воздушный).

Основной проблемой образования наледей на крышах зданий с чердачными пространствами и сосулек на козырьках крыш является несвоевременное удаление снега с поверхности крыши и как следствие образование на ней ледяной корки за счет подогрева поверхности крыши теплом от воздуха чердачного пространства здания.

Наиболее оптимальным профилактическим методом, препятствующим образованию наледей и сосулек на поверхности крыш, представляется метод вентиляции чердаков воздухом окружающей среды рис.1.

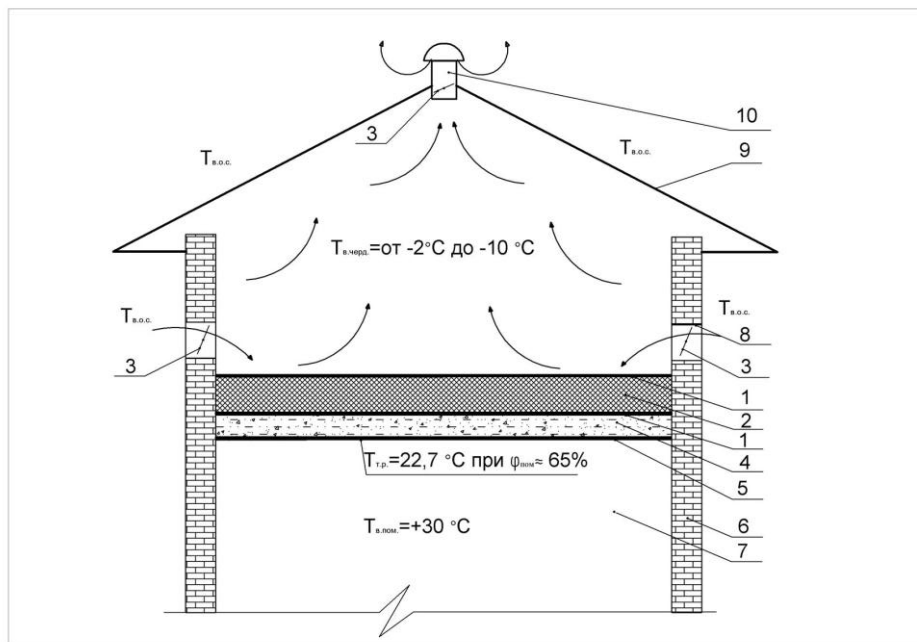


Рис.1. Схема вентиляции чердачного пространства воздухом окружающей среды.

1 – гидроизоляционный материал, 2 – теплоизоляционный материал, 3 – воздушный клапан (жалюзи), 4 – панель чердачного перекрытия, 5 – штукатурка потолка верхнего этажа здания, 6 – стена здания, 7 – помещение верхнего этажа здания, 8 – окно для воздушного клапана (жалюзи), 9 – кровля, 10 – устройство выпуска подогретого воздуха.

$T_{в.о.с.}$ – температура воздуха окружающей среды, $T_{в.черд.}$ – температура воздуха чердачного пространства, $T_{в.пом.}$ – температура воздуха помещения верхнего этажа, $T_{т.р.}$ – температура точки росы на поверхности потолка верхнего этажа.

Решение проблемы возможно за счет исключения возможности нагрева кровли от воздуха чердачного пространства, при этом потребуется обеспечить температурный режим, не допускающий плавления снега на поверхности кровли ($T < 0$ °C). Норматив отраженный в действующих Правилах и нормах технической эксплуатации жилищного фонда гласит: «Температура воздуха в чердачных помещениях не должна превышать температуру наружного воздуха больше, чем на 4 градуса». При такой разности температур разогрева нижнего слоя снежного покрова, лежащего на кровельном покрытии, в большинстве случаев не происходит.

Для исключения возможности нагрева кровли необходимо автоматически подавать воздух окружающей среды в чердачное пространство с помощью воздушных жалюзи, клапанов или заслонок. Для снижения притока тепла из помещений верхнего этажа и от труб на чердаке, необходимо качественное утепление чердачного перекрытия, надежно закрытые утепленными дверями выходы на чердаки и качественная изоляция всех труб на чердаке. Температура воздуха на чердаке не должна быть ниже -10°C , т.к. возможно образование конденсата на поверхности потолка верхнего этажа ($T_{т.р.} = 22,7$ °C при $\phi = 65\%$) (рис.1) и выше -2°C , т.к. возможно льдообразование на поверхности кровли. Обеспечение такого малого диапазона регулирования температуры воздуха на чердаке возможно при использовании автоматических воздушных клапанов (жалюзи), привод которых позволит обеспечить требуемый диапазон температуры воздуха в чердачном пространстве. Наиболее распространенным является электрический принцип управления воздушным клапаном (жалюзи). Этот метод требует значительных капитальных затрат на установку безопасной сети электропитания приводов, системы контроля и управления приводами воздушных клапанов, затрат энергии при эксплуатации системы, затрат для защиты от вандалов и сборщиков цветного металла.

Снижение затрат на систему управления приводом воздушного клапана (жалюзи) возможно при применении принципа не использующего электрическую энергию. Для замены электрических приводов предлагается применить один из нескольких типов силовых элементов, не использующих электрическую энергию рис.2.

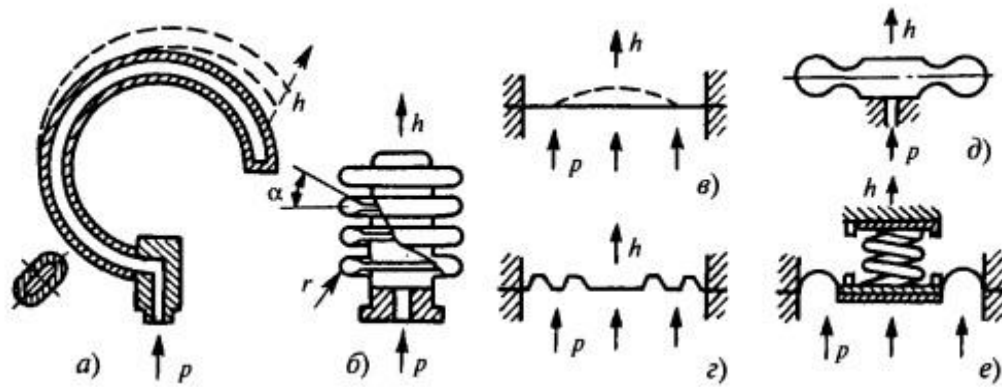


Рис.2. Упругие силовые элементы

а – трубчатые пружины; б – сильфоны; в, г – плоские и гофрированные мембраны; д – мембранные коробки; е – вялые мембраны с жестким центром

1. Трубчатая пружина рис.2.а позволяет осуществить перемещение рычага на расстояние h при изменении давления p . Имеет малую величину h при изменении давления p в требуемом диапазоне изменения температур от -2°C до -10°C , что требует применение сложной системы преобразования.

2. Сильфон рис.2.б позволяет осуществить перемещение тяги на расстояние h при изменении давления p . Требуемую величину h при изменении давления p в требуемом диапазоне изменения температур от -2°C до -10°C возможно получить при правильном выборе газа-наполнителя и расчете жесткости сильфона C_0 .

$$C_0 = \frac{2,5 E D_n (1 + 0,013 t^2) \delta^{2,45}}{n (D_n - D_v)^3}, \quad (1)$$

где D_n и D_v – наружный и внутренний диаметры сильфона в мм;

t — шаг гофра в мм;

δ — толщина стенки сильфона в мм;

n — число гофров в сильфоне;

E — модуль нормальной упругости в кг/мм².

При воздействии давления газа внутри сильфона последний деформируется под действием усилия среды $Q_{cp} = PF_2$,

$$F_2 = 0,785 \left(\frac{D_n + D_v}{2} \right)^2, \quad (2)$$

где F_2 — площадь действия давления в см².

Когда усилие от жесткости сильфона имеет незначительную величину по сравнению с усилием от действия среды принимают силу, передаваемую сильфоном $Q_{сф} = Q_{ср}$.

3. Мембраны рис.2.в,г,д,е так же как и сильфоны позволяют осуществить перемещение тяги на расстояние h при изменении давления p . Расчеты мембран аналогичны расчетам сильфона, поэтому можно утверждать, что перемещение тяги на расстояние h в обоих случаях весьма зависимо от жесткости C_0 .

В настоящее время упругие силовые элементы практически не применяются для приводов воздушных клапанов (жалюзи) несмотря на то, что они не требуют значительных капитальных затрат на установку, затрат на системы контроля и управления приводами воздушных клапанов, затрат энергии при эксплуатации системы, затрат для защиты от вандалов и сборщиков цветного металла.

На основании вышеизложенного можно утверждать, что применение принципа привода воздушных клапанов (жалюзи), использующего упругие силовые элементы, требует тщательного

исследования и внедрения как профилактического средства препятствующего образованию наледи и сосулек на кровле зданий.

Список литературы:

1. Гусев Н.И., Кубасов Е.А. Конструктивные решения по предотвращению образования наледи на крышах // Региональная архитектура и строительство. 2011. № 1. С. 100-107
2. Гусев Н.И., Кубасов Е.А., Кочеткова М.В. Средства для удаления наледи с крыш // Региональная архитектура и строительство. 2011. № 2. С. 104-108.
3. Бугаев А.С., Лапшин В.Б., Палей А.А. Водоочистка. Почему возникла проблема сосулек? // Водоподготовка. Водоснабжение. 2010. № 3. С. 14-25.
4. Палей А.А. Обустройство крыш без наледи и сосулек. // Федеральное государственное учреждение «Государственный океанографический институт имени Н.Н.Зубова». <http://oceanography.ru/content/blogcategory/0/66/>
5. Методы борьбы с сосульками на крышах // Термоплаза.ru Кабельные системы обогрева. <http://termoplaza.ru/index.php?x=roof2>

УДК 621.59

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ

А.А. Малышев¹, С.Л. Шамеко²

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – ООО «ТурбоРеф», Санкт-Петербург, Россия

mail@turboaudit.com

В настоящее время актуальной задачей является модернизация центробежных компрессорных машин (ЦКМ) с целью изменения параметров назначения компрессора (производительность Q_g и конечное давление p_k) и повышения КПД проточной части (ПЧ) машины. В большинстве случаев модернизации подвергаются турбокомпрессорные агрегаты с низкими показателями эффективности, находящиеся длительное время в эксплуатации. При этом граничными условиями ставится сохранение штатного привода и корпусов компрессора.

Предложенная проф. Г.Н. Деном [1] и развитая авторами настоящей статьи [2, 3] методика расчета газодинамических характеристик (ГДХ) позволяет оперативно рассчитывать различные комбинации ПЧ компрессора на стадии проектирования. Методика основана на разложении ГДХ неохлаждаемой секции на безразмерные ГДХ ступеней последующем синтезе ГДХ секции по имеющимся характеристикам ступеней.

В качестве исходных данных задаются геометрические параметры всех ступеней модернизируемого компрессора (наружный диаметр рабочего колеса (РК) $D_2^{(j)}$, относительный диаметр начала лопаток РК $\bar{D}_1^{(j)}$, относительная ширина РК на выходе $\bar{b}_2^{(j)}$, относительный диаметр уплотнения покрывающего диска РК $\bar{D}_s^{(j)}$, угол выхода лопаток РК $\beta_2^{(j)}$, число лопаток РК на выходе $z_2^{(j)}$, число гребней уплотнения покрывающего диска РК $Z^{(j)}$, средняя толщина лопаток РК $\delta^{(j)}$), а также ГДХ секции - зависимости $\varepsilon = f(Q)$, $\Delta t = f(Q)$ и $\eta_{пол} = f(Q)$. Здесь и далее все обозначения приняты согласно [1].

Выражение для учёта распределения удельной работы по ступеням имеет вид:

$$\Delta t^{(j)} = \frac{\left[\frac{D_2^{(j)}}{D_2^{(1)}} \right]^2 \cdot \varphi_{2u}^{(j)} \cdot (1 + \beta_{np} + \beta_{mp})^{(j)}}{\sum_{j=1}^X \left[\frac{D_2^{(j)}}{D_2^{(1)}} \right]^2 \cdot \varphi_{2u}^{(j)} \cdot (1 + \beta_{np} + \beta_{mp})^{(j)}} \cdot \Delta t, \quad (1)$$

где j – номер ступени, X – число ступеней.

Коэффициент теоретического напора в первом приближении определяется по формуле Стодоль:

$$\varphi_{2u}^{(j)} = K_z^{(j)} - \varphi_{2r}^{(j)} \cdot ctg \beta_2^{(j)}, \quad (2)$$

Расчет безразмерных коэффициентов $\chi^{(j)}$, $\Omega_2^{(j)}$, $\varphi_{2u}^{(j)}$, $\eta_{пол}^{(j)}$, $\varphi_{2r}^{(j)}$ для каждой ступени выполняется методом последовательных приближений до тех пор, пока соседние приближения не сойдутся с наперед заданной точностью. Таким образом, определяются безразмерные ГДХ (зави-

симости коэффициентов $\chi^{(j)}, \Omega_2^{(j)}, \varphi_{2u}^{(j)}, \eta_{пол}^{(j)}$ от коэффициента расхода $\varphi_{2r}^{(j)}$ всех штатных ступеней компрессора.

Политропный КПД для j -тых ступеней принимается одинаковым и равным $\eta_{пол}$ для всей ПЧ на каждом режиме работы секции ($\eta_{пол}^{(j)} = \eta_{пол}$), а число политропы рассчитывается по формуле:

$$\sigma^{(j)} = \eta_{пол}^{(j)} \cdot \frac{k}{k-1} \quad (3)$$

Далее, вновь с использованием метода последовательных приближений, выполняется обратный расчет - синтез суммарных ГДХ многоступенчатой ПЧ по безразмерным характеристикам как вновь проектируемых, так и штатных ступеней. В результате расчета определяются новые значения $Q, \eta_{пол}, \varepsilon, \Delta t$ и N_i на каждом режиме работы секции.

Описанный алгоритм расчёта ГДХ реализован в виде программы применительно к ПЭВМ.

Применение разработанной методики разложения-синтеза ГДХ рассмотрим на примере модернизации центробежного компрессора, сжимающего углекислый газ в технологическом цикле производства уксусной кислоты. Возможности технологии позволили обеспечить повышенное давление газа на входе в компрессор, что определило пути снижения энергопотребления агрегата за счет модернизации проточной части компрессора. Компрессор состоит из двух секций сжатия (4 ступени в первой секции и 5 ступеней во второй секции), размещенных в одном корпусе, и одного водяного промежуточного охладителя. Обязательными условиями модернизации было обеспечение прежних параметров назначения компрессора ($Q_g=12250 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $p_k=1,67 \text{ МПа абс.}$), а также максимальное использование штатных узлов и деталей агрегата – корпуса компрессора, мультипликатора между компрессором и приводным электродвигателем, масляной системы, газовой и водяной обвязки машины.

В результате разложения ГДХ секций компрессора, полученных в ходе газодинамических испытаний, были получены безразмерные ГДХ всех штатных ступеней машины. Затем с использованием безразмерных ГДХ ступеней, отработанных на экспериментальном стенде кафедры холодильных машин ЛТИХП, были синтезированы новые ГДХ модернизируемого компрессора. Перебором различных комбинаций было определено такое сочетание модернизированных и штатных ступеней компрессора, которое обеспечило заданные значения производительности и конечного давления, а также максимальное повышение КПД проточной части машины и снижение энергопотребления агрегата в целом. Оптимальный вариант модернизации предусматривает исключение первой ступени и модернизацию второй ступени компрессора, при этом остальные ступени остаются в штатном исполнении.

На рис.1 представлены суммарные ГДХ компрессора до и после модернизации. В результате модернизации удалось снизить потребляемую компрессором мощность на 200 кВт, что соответствует снижению энергопотребления на единицу компримируемого продукта на $59 \text{ кДж}/\text{м}^3$.

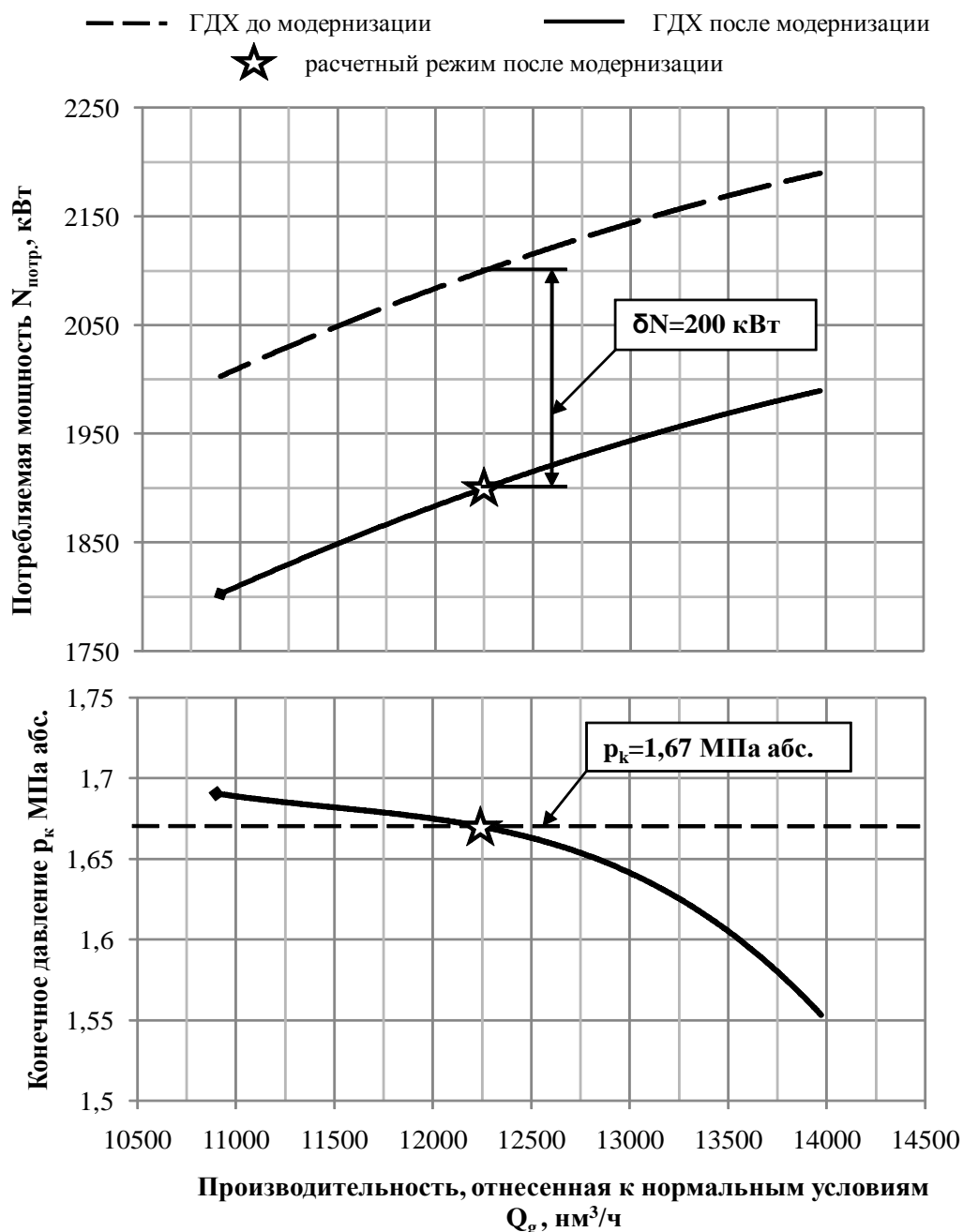


Рис.1 ГДХ компрессора до и после модернизации

Список литературы:

1. Ден Г.Н., Куликов В.М. О критериях подобия при сжатии реальных газов, моделирование проточных частей и пересчет газодинамических характеристик ЦКМ на иные условия работы // Турбины и компрессоры. 2000. №1,2. с.49 – 51.
2. Ден Г.Н., Малышев А.А., Гнатюк И.В. К обработке результатов испытаний ЦКМ для сжатия реальных газов // Турбины и компрессоры. №13 (4 – 2000), с.10 – 13.
3. Шамеко С.Л., Любимов А.Н., Гаман Е.В. Получение газодинамических характеристик многоступенчатой проточной части ЦКМ при изменившихся условиях работы // Вестник Международной академии холода. 2011. №1. С.26 – 30.

УДК 621.594

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗОВЫХ И ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ КАСКАДНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ ТЕРМОКАМЕР

А.А. Малышев, А.В. Богатырев

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

bogatyrev.90@yandex.ru

Весьма актуальной задачей современности является испытания технических образцов, работающих в сложных условиях. В бывшем СССР для хладоснабжения низкотемпературных испытательных камер использовалась оборудование фирмы «NEMA». В основном камеры комплектовались двухступенчатыми холодильными машинами, работающими на R22. Но с развалом СССР связи с заводом изготовителем были потеряны и поставки оборудования и запасных частей прекратились.

Мировая интеграция производителей холодильного оборудования привела к его крупносерийному выпуску международными корпорациями Carrier, GEA, JohnsonControls, MYCOM, Bitzer, Emerson и др., особенно компрессорного оборудования, к созданию современного эффективного оборудования приемлемой стоимости. Аналогичная ситуация наблюдается для специализированной холодильной автоматики с механическими элементами, основным поставщиком которой на мировом рынке является фирма Danfoss.

Для проектируемых нами камер, характеризующихся сравнительно малой холодопроизводительностью, фирма Bitzer стала ведущим поставщиком в России компрессоров холодильных машин. Сокращение в 90-х годах на территории России количества заводов, выпускающих аналогичное оборудование, по близкой цене, но более низкого качества, стимулировало образование в России большого количества предприятий, выпускающих холодильные агрегаты и машины с импортными комплектующими как по основному оборудованию, так и средствам автоматизации.

Основные предприятия по этому направлению ООО НПФ «Химхолодсервис», ООО «Остров-Комплект», ООО «Эйркул» и др. выпускают продукцию по ТУ РФ, имеющую необходимые сертификаты соответствия и разрешения к применению, сервисные службы.

Структура российского рынка холодильного оборудования по производителям, % (по материалам исследования консалтингового дома «Грифон»[1]) приведена на рисунке 1.

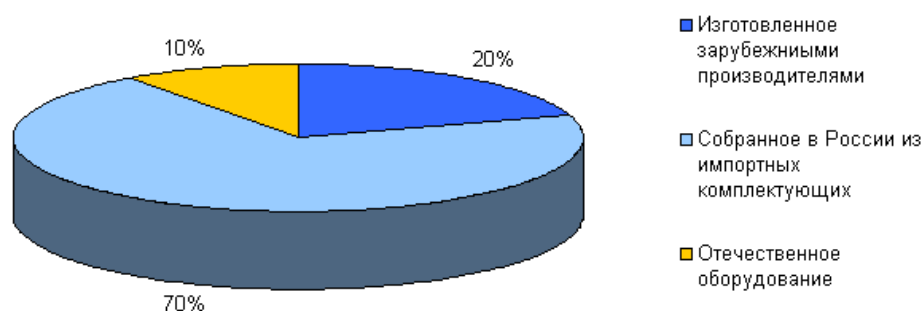


Рис. 1 Структура российского рынка холодильного оборудования по производителям

Диаграмма свидетельствует о том, что большинство оборудования в России собирается из импортных комплектующих.

Испытательные камеры, как правило, применяют для испытания уникальных образцов спецтехники и их хладоснабжение, как правило, требует нетривиального подхода.

Для хладоснабжения испытательных термокамер используют, следующие виды холодильных машин: двухступенчатые, каскадные, газовые, автономные воздушные.

Преимущества и недостатки каждой из них не очевидны и требуют дополнительного анализа и сопоставления.

Рассмотрим использование каскадной и воздушной холодильной машины для хладоснабжения термокамер.

При использовании каскадной холодильной машины возникает вопрос выбора холодильных агентов верхней и нижней ступени. В настоящее время реальными хладагентами для промышленных холодильных систем являются, в основном, NH_3 (R717), CO_2 (R744), R22, R404a, R507a, а также R23 для каскадных холодильных машин камер для климатических испытаний. Основные общие свойства хладагентов приведены в табл.1.

Таблица 1

Свойства хладагентов						
Характеристика показателя	NH_3 (R717)	CO_2 (R744)	R22	R404a	R507a	R23
Состав	чистое вещество	чистое вещество	чистое вещество	неазеотропная смесь	азеотропная смесь	Чистое вещество
Изменение температуры кипения при постоянном давлении в испарителе, К	0	0	0	~ 0,8	0	0
Молекулярная масса, кг/кмоль	17,03	44,01	86,47	97,60	98,86	70,02
Нормальная температура кипения, °С.	-33,3	-78,4	-40,8	- 46,5	- 46,7	-82,2
Критическая температура, °С.	133,0	31,1	96,2	72,1	70,9	25,9
Критическое давление, МПа	11,42	7,38	4,99	3,73	3,79	4,83
Показатели пожарной безопасности	горюч, взрывоопасен	негорюч, невзрывоопасен	негорюч, невзрывоопасен	негорюч, невзрывоопасен	негорюч, невзрывоопасен	негорюч, невзрывоопасен
Класс опасности по ГОСТ 12.1.005.-88	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Токсичность	да	нет	нет	нет	нет	нет
Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	20	9000	3000	3000	3000	3000
Потенциал озоноразрушения, ODP	0	0	0,05	0	0	0
Потенциал глобального потепления, GWP	<1	1	1600	3520	3600	12100

Приведенные в табл. 1 хладагенты Аммиак, CO_2 R404a, R507 и R23 относятся к группе полностью озонобезопасных, а R22 к группе с низкой разрушающей активностью и классифицирован по Монреальскому протоколу (1978 г.) по веществам, разрушающим озоновый слой, в группу переходных регулируемых веществ. Последующими корректировками и поправками, внесенными в Лондоне (1990 г.), Найроби (1991г.) и Копенгагене (1992 г.) установлен срок, по которому с 1 января 2030 г. и за каждый последующий период ежегодный расчетный уровень потребления сторонами регулируемых веществ не должен превышать нулевого. Россия в 2004 г. подписала поправку к Монреальскому протоколу, включая, Копенгагенскую и постановлением Правительства РФ от 27.08.05 за № 539 подтвердила принятие поправок. Поправка 19 совещания сторон Монреальского протокола (сентябрь 2007 г.) уменьшила установленный ранее срок на 10 лет, т.е. до 1 января 2020 г. и потребовала сокращения производства R 22 в развитых странах в 2010 г. на 75%. По Монре-

альскому протоколу Россия включена в указанную группу стран, что существенно ухудшило положение с применением R22 в РФ.

По потенциалу глобального потепления хладагенты R404a и R507 имеют вдвое худшие показатели в сравнении с R22, а R23 в 7,6 раза.

По показателям безопасности жизнедеятельности человека при существующей классификации хладагенты CO₂, R22, R404a, R507a и R23 относятся к группе 1 (нетоксичные и невзрывоопасные холодильные агенты), а NH₃ к группе 2 (хладагенты токсичные и смеси которых с воздухом имеют нижнюю границу концентрационного предела распространения пламени 3,5 % и более).

При использовании автономной воздушной холодильной машины проблемы с выбором рабочего вещества не возникает, т.к. воздух не разрушает озоновый слой, не вызывает глобального потепления, не токсичен и невзрывоопасен. Но со стороны энерго-эффективности, воздушные холодильные машины как правило уступают при той же производительности каскадным холодильным машинам. На кафедре холодильных машин и низкопотенциальной энергетики были проведены исследования работы воздушной холодильной машины. В ходе исследований, был определен холодильный коэффициент. При равных внешних условиях, он в 1,5 – 2,5 раза меньше чем у каскадной холодильной машины[2].

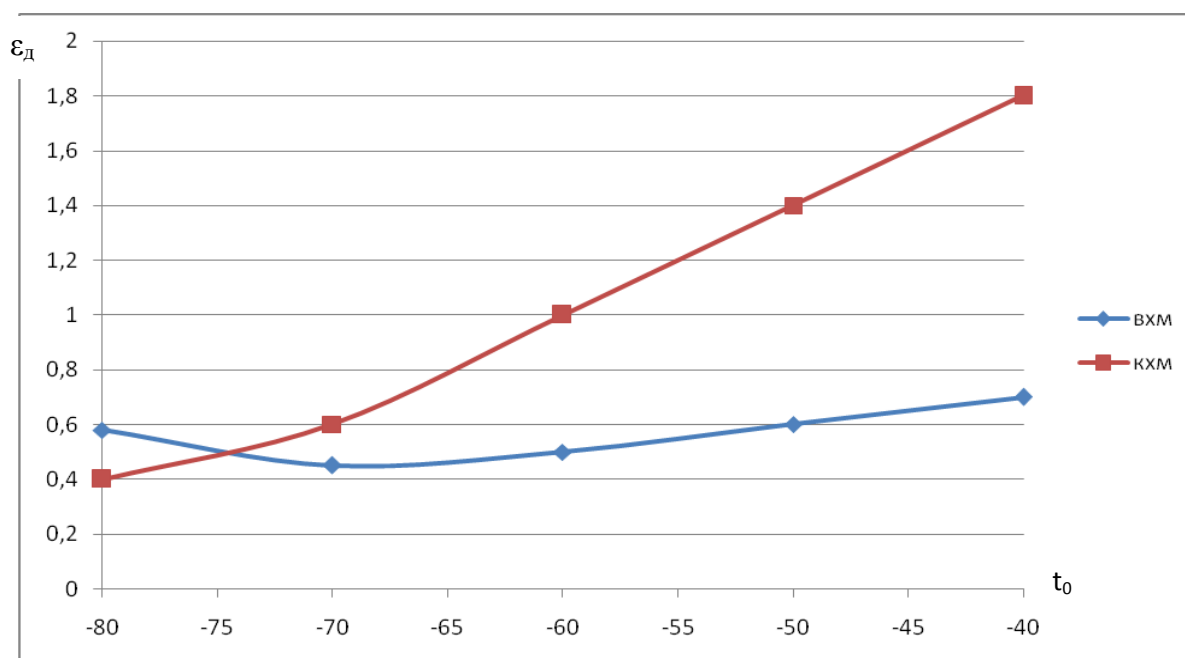


Рис.2. Зависимость действительного холодильного коэффициента от температуры кипения

Список литературы:

1. Консалтинговый дом «Грифон» [электронный ресурс]. <http://griffoncom.ru/>
2. Холодильные машины под. ред. Тимофеевского Л.С. СПб: Политехника, 2006. 944с.

УДК 621.56

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИСПАРИТЕЛЕЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

А.А. Малышев, В.О. Мамченко, В.М. Мизин

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

maa-110@mail.ru

Теплообменные аппараты в значительной степени определяют массогабаритные и энергетические показатели холодильных машин. Так, доля испарительно-конденсаторных агрегатов в общей массе парокомпрессорных холодильных машин составляет $50 \div 70\%$, в теплоиспользующих – до 90% . Необратимые потери в аппаратах обуславливают до $30 \div 50\%$ от общих энергетических затрат холодильной машины.

Ниже приведен краткий обзор основных современных конструкций испарителей, которые в ближайшей перспективе будут находить применение в мировой практике.

Кожухотрубные испарители

В современном холодильном аппаратостроении одним из важных направлений является усовершенствование традиционных типов аппаратов. Так кожухотрубные аппараты обладают рядом преимуществ: относительно высокая тепловая эффективность, надежность, а также отработанная годами простота в технологии изготовления, что значительно снижает стоимость аппарата.

Интенсифицировать теплообмен в рассматриваемом типе аппаратов можно как со стороны теплоносителя, так и со стороны рабочего вещества.

Практический интерес представляет поиск возможных методов увеличения теплоотдачи со стороны кипящего хладагента (особенно аммиака) в межтрубном пространстве испарителя.

Процесс кипения в плотных пучках труб сопровождается подъёмом парожидкостной смеси снизу вверх и сходен с механизмом кипения в вертикальном канале сложной формы. В данных условиях, приближенных к вынужденному, направленному движению, интенсивность теплоотдачи будет определяться самим процессом парообразования и конвективной составляющей.

Общая картина процесса кипения имеет сложный характер и во многом определяется гидродинамическими характеристиками двухфазного потока [1].

Очевидно, что рост теплоотдачи связан с увеличением массовой скорости парожидкостной смеси по мере подъёма пара и жидкости в затопленной части аппарата.

Увеличение массовой скорости может быть достигнуто с помощью рационального распределения потока парожидкостной смеси в аппарате, а также создание оптимальных гидродинамических условий в зоне циркуляции этих потоков [2,3].

Одним из путей оптимизации гидродинамических характеристик является установка экранов между корпусом аппарата и пучком труб [4].

Эксперимент показал, что в диапазоне $t_0 = -20 - 0^\circ\text{C}$ и $q = 1500 - 6500 \text{ Вт/м}^2$ установка экрана приводит к повышению коэффициента теплопередачи на $20 - 30\%$, а в аммиачных – в $40 - 60\%$.

Другим направлением повышения эффективности аммиачных испарителей является уменьшение диаметра (d) теплообменных труб. В отечественных аппаратах средней производительности применяется гладкая стальная труба $d = 25 \times 2$. За рубежом используются трубы ещё меньших размеров (до 12 мм), что позволяет значительно улучшить массогабаритные показатели аппаратов.

Эксперимент, проведенный на кафедре холодильных машин и НППЭ показал, что совместное использование экранов и снижение диаметра труб от 25 мм до 16 мм приводит к уменьшению металлоемкости до 80% при увеличении коэффициентов теплоотдачи до 50% .

Перспективным направлением является интенсификация теплообмена (внутри трубы и снаружи) за счет увеличения шероховатости поверхности. В работах [5, 6, 7] авторы предлагают для интенсификации теплообмена со стороны рабочих веществ использовать разработанный метод создания на поверхности труб микрорельефа в виде рёбер различной формы [5, 6] и применение труб со специальным профилем [7].

*Испарители с кипением хладагентов внутри труб и каналов
(далее внутритрубное кипение)*

Основной характеристикой физического процесса кипения в трубах и каналах является увеличение роли передачи теплоты за счет испарения с поверхности пристенной пленки жидкости.

Интерес к испарителям с внутритрубным кипением в последние годы возрастает. Пониженная емкость по хладагенту в сочетании с достаточно высокой тепловой эффективностью создают привлекательность для многих потребителей искусственного холода, в том числе использующих низкие температуры.

Что касается расчета теплообмена в испарителях с кипением внутри труб, то при отсутствии практически пригодных аналитических решений, эмпирические соотношения пока являются единственными принятыми в расчетной практике. Наиболее перспективным направлением представляется методика, основанная на интегрировании локальных значений теплоотдачи при использовании истинных скоростей фаз с учетом режимов течения. Такой подход был разработан и апробирован для хладагентов R12 и R22 [8] и использован В.Ф. Шуршевым [9] при внутритрубном кипении смесей R22 и R142в.

Пластинчатые испарители

Теплопередача в пластинчатых испарителях осуществляется между потоком однофазного хладоносителя и кипящим хладагентом. Потоки движутся в смежных щелевых каналах сложной формы. Сложный характер течения парожидкостной смеси вызывает интенсивную турбулизацию. В результате турбулентный режим наступает при малых числах Рейнольдса:

Теплообмен при кипении в щелевом канале, осложненный наличием гофр, до настоящего времени представляет серьезную задачу не только для инженеров, но и для исследователей, хотя режимы течения в щелевых каналах не имеют принципиальных отличий от двухфазных потоков в вертикальных трубах [1].

Главным отличием является то, что в щелевых каналах стержневой режим существует на большей протяженности, чем в обычных круглых трубах, чем и обусловлена высокая эффективность пластинчатых испарителей.

В последние десятилетия пластинчатые аппараты все шире внедряются в холодильную и криогенную технику, системы кондиционирования воздуха в качестве высокоэффективных испарителей, конденсаторов, охладителей масла для винтовых компрессоров, утилизаторов теплоты конденсации, переохладителей жидкого аммиака, в абсорбционных бромистолитиевых холодильных машинах и для других целей.

*Испарители с кипением хладагентов в малых каналах
(Компактные теплообменники)*

Одним из новейших направлений развития науки в области внутритрубного кипения являются изучение кипения в малых каналах.

Пока это направление является в целом поисковым и результаты исследований не нашли широкого практического применения.

Известен зарубежный опыт исследования компактных теплообменников в системах охлаждения топливных элементов ядерных и химических реакторов, в тепловых насосах, системах автомобильного кондиционирования и в холодильной технике.

Проблемам компактных теплообменников посвящена работа Д. Ховалыг и А.В. Бараненко [10].

Работа носит обзорный характер. Ссылаясь на работы американских коллег, авторы [10] приводят современную классификацию щелевых каналов в зависимости от гидравлического диаметра D_n :

1. Традиционные щелевые каналы $D_n > 3$ мм
2. Миниканалы $200 \text{ мк} < D_n < 3$ мм
3. Микрочаналы $10 \text{ мк} < D_n < 200$ мк.

Авторы приводят карты режимов в малых каналах и различные подходы к описанию гидродинамических процессов.

Отмечая безусловную перспективу этого типа теплообменников, авторы [1] формулируют основные вопросы, стоящие перед исследователями, и на которые пока нет однозначных ответов.

Список литературы:

1. Гоголин А.А., Данилова Г.Н. и др. Интенсификация теплообмена в испарителях холодильных машин. М: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 224с.
2. Мизин В.М., Сысоев В.Л. и др. Интенсификация теплообменных аппаратов распределительных устройств. Тез. докл. ВНТК «Холод народному хозяйству». Л., ЛТИХП, 1991. с. 58 – 59.
3. Мизин В.М., Сысоев В.Л. Модернизация существующих теплообменных аппаратов холодильных машин типа МКТ. Повышение эффективности холодильных машин и установок низкопотенциальной энергетики. Меж. вуз. сб. научных тр. СПб: СПбГАХПТ, 1995. с. 114 – 115.
4. А.С. №1143945 Испаритель затопленного типа/ Мизин В.М., Малявко Д.П., Сысоев В.Л. и др. – №3551155/23–06 Заявл. 09.02.83: Оpubл. 07.03.85.
5. Сухих А.А., Генералов К.С., Акимов И.А. Испытания теплового насоса для теплоснабжения индивидуального дома //Труды МГУИЭ. Техника низких температур на службе экологии. М: МГУИЭ. 2000. с. 49 – 53.
6. Сухих А.А., Шабанов А.А. Экспериментальное исследование интегральных характеристик теплообмена в испарителе теплонасосной установки на R22./ Труды Четвертой Российской национальной конференции по теплообмену: Т6. М.: Издательский дом МЭИ, 2006. с. 179 – 182.
7. Исследование холодильной установки с эффективным испарителем./ Д.Х. Азизов, А.С. Карабаев и др./ Труды Четвертой Российской национальной конференции по теплообмену: Т5. М.: Издательский дом МЭИ, 2006. с. 37 – 39.
8. Малышев А.А., Данилова Г.Н. и др. Влияние режимов течения двухфазного потока хладагента R12 на теплоотдачу при кипении в горизонтальных трубах. Холодильная техника, 1982 № 2 с. 30 – 34.
9. Шуршев В.Ф. Моделирование процессов синтеза состава и теплоотдачи при кипении смеси холодильных агентов. Автореферат докторской диссертации. Астрахань 2006.
10. Ховалыг Д., Бараненко А.В. Методы расчета градиента давления двухфазного потока при течении в малых каналах. // Вестник Международной академии холода 2012. №1. с. 3 – 10.

УДК 621.56

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КИПЯЩИХ ХЛАДАГЕНТОВ В МИКРОКАНАЛАХ

А.А. Малышев, С.Е. Омелечко, А.В. Потанина

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

maa-110@mail.ru

Компактные теплообменные аппараты, в частности испарители с кипением в мини- и микроканалах чрезвычайно перспективны при создании тепло и хладоэнергетических систем XXI века.

Исследованию тепло-массообмена в связи с гидродинамическими процессами при течении газожидкостных смесей посвящена, в частности работа группы ученых Института теплофизики СО РАН [1]. Исследовался канал с величиной щелевого зазора менее 100 мкм. Эксперименты включали визуальные наблюдения за режимом течения и просвечивания канала лазером. В результате анализ опытных данных были получены критериальные зависимости, связывающие массообмен с коэффициентами поверхностного натяжения, силами гравитации и геометрическими параметрами. Та же группа исследователей публикует данные о локальном теплообмене при кипении R21 в некруглой щели с размером минизазора от 0,5 до 2 мм.

В результате обработки результатов экспериментов, получена зависимость (1), учитывающая влияние, как конвективной составляющей, так и пузырькового кипения.

$$\alpha^2 = [F \cdot \alpha_{\text{конв}}]^2 + [s \cdot \alpha_{\text{кип}}]^2, \quad (1)$$

где: $\alpha_{\text{кип}}$ – коэффициент теплоотдачи при пузырьковом кипении в большом объеме, F – фактор усиления конвекции, s – фактор подавления кипения.

Авторы утверждают, что зависимость является универсальной для широкого круга жидкостей. Между тем, как свидетельствуют представленные сопоставления, расчеты эксперимента, погрешность превышает 30%.

Значительный интерес представляет работа Бараненко А.В. [3]. В статье приведен обзор зарубежных источников, посвященных исследованию двухфазных потоков в мини- и микроканалах. В первую очередь интересна классификация таких каналов, представленная Кандликармом С.К., и которая в настоящее время является общепринятой. Каналы классифицируются в зависимости от гидравлического диаметра Dn :

1. Традиционные каналы $Dn > 3$ мм
2. Миниканалы $200 \text{ мк} < Dn < 3$ мм
3. Микроканалы $10 \text{ мк} < Dn < 200$ мк.

В работе приведены режимы течения в микроканалах, карты режимов и некоторые модели описания градиента давления.

Авторы [3] ставят перед исследователями три вопроса, на которые до настоящего времени не получены ответы.

Каким образом малый размер канала влияет на парообразование и на вынужденное движение?

Каков характер коэффициента теплоотдачи и градиент давления?

Какие различия существуют в поведении потока при течении в одиночном канале и нескольких параллельных?

Сформулированные [3] вопросы и явились задачами исследований, начатых на кафедре холодильных машин и низкопотенциальной энергетики. Помимо этого, предполагается измерить истинное паросодержание потока, на основе которого могут быть разработаны наиболее обоснованные модели, как теплообмена, так и потерь давления.

Для этого был спроектирован и изготовлен стенд, позволяющий проводить опыты на различных хладагентах (и их смеси с маслом) в диапазоне температур от 0 до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ при скоростях циркуляции $w_0=0,05\div 2,5\text{ м/с}$.

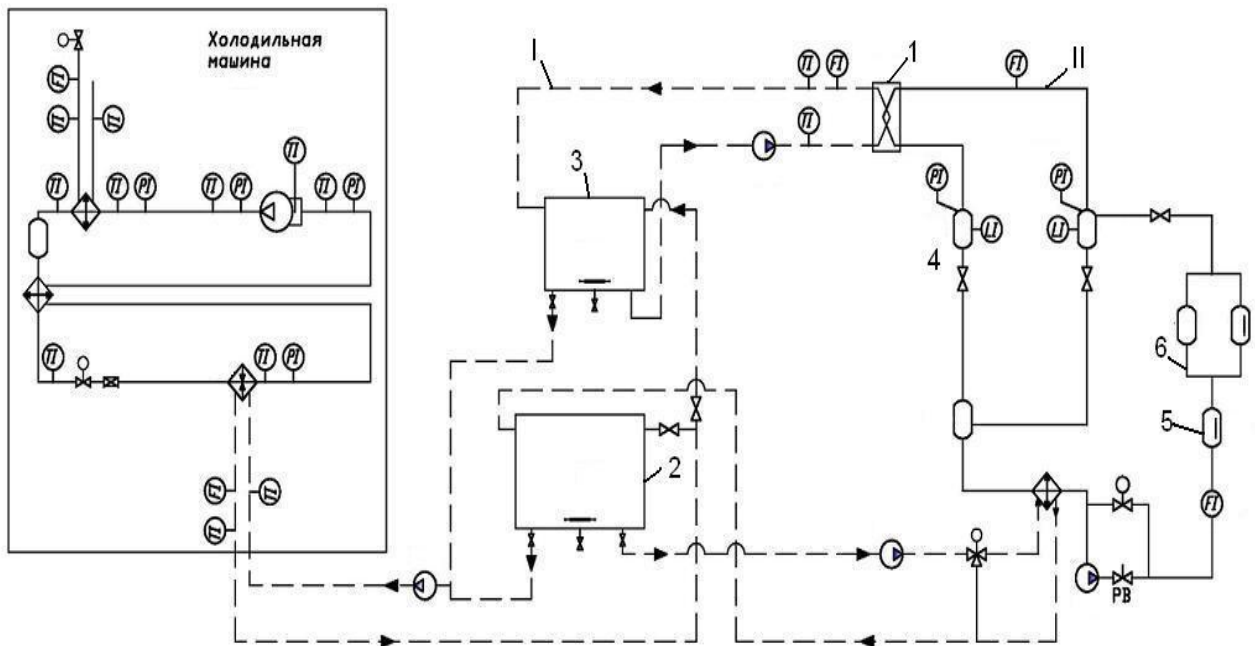


Рис. 1. Экспериментальный стенд для исследования теплообмена и гидродинамики в щелевых каналах с величиной зазора $0,5\div 1,5\text{ мм}$

I – контур хладоносителя, II – контур хладагента
 1 – конденсатор, 2, 3 – баки термостаты, 4 – мерная емкость,
 5 – парогенератор, 6 – измерительный блок

Стенд состоит из контуров хладоносителя I и хладагента II. Хладоноситель охлаждается с помощью холодильной машины, из которой хладоноситель поступает в конденсатор 1, бак и аккумуляторы 2, 3. В конденсаторе установлен нагреватель, включенный в цепь контактного термометра, с помощью которого могут устанавливаться различные температуры насыщения. Конденсат, пройдя мерную емкость 4, насосом подается в парогенератор 5 и измерительный блок 6, состоящий из визуального и измерительного участков. В парогенераторе задается начальное паросодержание x , и далее поток подается параллельно в измерительный участок, где измеряются локальные коэффициенты теплоотдачи, и в визуальный, в котором наблюдаются режимы течения, и методом отсечек определяется истинное объемное паросодержание.

Список литературы:

1. Ершов И.Н., Кузнецов В.В., Шамирзаев А.С. Гидродинамика движения газового снаряда и межфазный массообмен в прямоугольных мини-каналах. // Труды Четвертой Российской национальной конференции по теплообмену. Москва 2006, Том 5. с. 253 – 257.
2. Кузнецов В.В., Шамирзаев А.С. Особенности теплообмена при кипении хладона 21 в некруглых мини-каналах. // Труды Четвертой Российской национальной конференции по теплообмену. Москва 2006, Том 5. с. 265 – 268.
3. Ховалыг Д., Бараненко А.В. Методы расчета градиента давления двухфазного потока при течении в малых каналах // Вестник Международной академии холода 2012. №1. с. 3 – 10.

УДК 664.046.3, 658.822: 621.565.9;621.565.9;641.546.4

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ
ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ****Г.А. Белозеров, Н.М. Медникова, В.П. Пытченко, Е.Н. Серова**

ГНУ ВНИХИ Россельхозакадемия, г. Москва, Россия

mail@vnihi.ru, hladosnab@mail.ru

Новые подходы к проектированию систем хладоснабжения определяются следующими основными требованиями – обеспечение промышленной, экологической безопасности и энергетической эффективности холодильных установок.

На предприятиях перерабатывающей промышленности, на производственных и распределительных холодильниках в настоящее время, в основном (до 80 %), используются аммиачные, а в торговле и на транспорте – фреоновые холодильные установки. При применении аммиака, имеющего более высокие термодинамические показатели по сравнению с фреонами, на первый план выступают вопросы промышленной безопасности, так как он токсичен и потенциально взрыво- и пожароопасен.

15.03.2013 г. вступила в силу последняя редакция Федерального Закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Внесен ряд изменений, касающихся, в первую очередь, классификации опасных производственных объектов, вопросов их регистрации.

Здесь следует иметь в виду следующее обстоятельство. Если для опасного производственного объекта (ОПО) могут быть установлены разные классы опасности (в зависимости от критериев присвоения), то устанавливается наиболее высокий класс.

Введены две группы критериев присвоения класса опасности опасным производственным объектам.

Первая группа – по массе аммиака, который одновременно находится или может находиться на опасном производственном объекте. Для аммиачных холодильных установок этот критерий имеет вид (табл. 1):

Таблица 1

Классы опасности опасных производственных объектов, эксплуатирующих аммиачные холодильные установки

Наименование опасного вещества	Количество опасного вещества, т	
	III класс опасности	IV класс опасности
аммиак	50 и более, но менее 500	10 и более, но менее 50

Вновь создаваемые рядовые мясокомбинаты, холодильники, использующие воздухоохладители вместо батарей для поддержания заданных температур воздуха в камерах, а также молкомбинаты с технологическими аппаратами, в которых охлаждение продукта осуществляется ледяной водой или хладоносителем – содержат в системе аммиак с массой значительно менее 50 т. Эти предприятия относятся к IV классу опасности, т.е. согласно Федеральному Закону 116-ФЗ это опасные производственные объекты (ОПО) низкой опасности. Еще меньшее количество аммиака содержится в чиллерах, т.е. автономных холодильных машинах с малой емкостью теплообменных аппаратов по аммиаку.

Мясокомбинаты старой постройки, особенно при хранении на предприятии запасов аммиака в линейных ресиверах, а также холодильники с батареями в качестве охлаждающих устройств, могут содержать аммиак в количестве более 50 т, но в любом случае это количество не превысит 500 т. Это предприятия III класса опасности, которые, согласно Закону 116-ФЗ, являются объектами средней опасности.

Среди предприятий Росагропрома отсутствуют опасные производственные объекты, содержащиеся в установках 500 т аммиака и более, т.е. отсутствуют объекты I и II класса опасности.

Вторая группа критериев – по давлению в оборудовании более 0,07 МПа (изб.). Здесь устанавливаются следующие классы опасности применительно к холодильным установкам.

III класс опасности – для опасных производственных объектов, на которых применяется оборудование, работающее под избыточным давлением 1,6 МПа и более;

IV класс опасности – для опасных производственных объектов, использующих холодильные установки, при общем количестве аммиака в системе до 50 т, работающих при избыточном давлении свыше 0,07 МПа, но ниже 1,6 МПа. Если масса аммиака в установке меньше 10 т, то классификация производится только по второй группе критериев – по давлению.

Следует иметь в виду, что для всех аммиачных установок с водоохлаждаемыми конденсаторами (кожухотрубными, испарительными, пластинчатыми) оборудование стороны высокого давления подбирается таким, чтобы давление конденсации не превышало 1,5 МПа, т.е. заведомо ниже 1,6 МПа.

Таким образом, вновь создаваемые холодильные установки предприятий Росагропрома, холодильники с воздухоохладителями, оснащенные водоохлаждаемыми конденсаторами, при правильной эксплуатации установок (рабочее давление меньше 1,6 МПа, масса аммиака в установке менее 50 т) относятся к IV классу опасности. При использовании аммиачных установок с воздушными конденсаторами установки становятся III класса опасности.

При нарушении любого из этих критериев ($G_a \geq 50$ т или $p_{раб} \geq 1,6$ МПа) установка относится к III классу опасности.

Следует отметить, что холодильные установки с воздушными конденсаторами на хладагоне R404A, R507, R410 также относятся к III классу опасных производственных объектов. Также к III классу опасности относятся каскадные установки с CO₂ из-за давления конденсации (около 2 МПа) в нижней ветви каскада.

Согласно Закону 116-ФЗ изменились методы регулирования безопасности, относящиеся к ОПО III и IV классов опасности (табл. 2).

Таблица 2

Принятые Ростехнадзором методы регулирования, относящиеся к III и IV классам опасности

Метод регулирования	III	IV
Лицензирование эксплуатации аммиачных холодильных установок как взрывоопасных и химически опасных ОПО.	+	–
Федеральный государственный надзор: плановые проверки не чаще, чем один раз в течение трех лет; внеплановые проверки	+	– +
Предоставление в электронной форме сведений об осуществлении производственного контроля	+	+
Разработка планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПЛАС)	+	–

В 2013 году Россия вступила в ВТО. В настоящее время заключен контракт между Россоюзхолодпромом и Минпромторгом на перевод на русский язык европейских норм EN 378. Эти нормы после перевода и введения поправок, соответствующих отечественному законодательству, должны быть введены в России в качестве нормативного документа.

Исследованиями, выполненными в промышленных условиях, установлены реальные значения удельной аммиакоемкости существующих холодильных систем.

Выполненными аналитическими исследованиями пороговых зон заражений, опасных для жизни населения, с токсодозой более 15 (мг·мин)/л установлено, что при разгерметизации существующего аммиачного оборудования, размещенного на открытых площадках, зона поражения составляет более 1 км. Для оборудования, размещенного в помещении, зона поражения ниже.

Использование теплообменных аппаратов – испарителей пластинчатого типа вместо кожухотрубных, позволит снизить общую аммиакоемкость холодильной системы до 80-120 г/кВт, а следовательно снизить и токсичность установки. В этом случае, с учетом применения автоматизированной системы контроля загазованности и автоматизированной системы вентиляции машинного отделения, работающей по сигналам системы контроля загазованности, зона токсичного поражения может быть снижена практически до размеров машинного отделения.

Эти мероприятия позволяют сделать такие установки безопасными как для персонала технологических цехов, так и для населения, находящегося за пределами промышленного предприятия.

Переход на применение малоаммиакоемких холодильных установок существенно снижает и взрывоопасность производств. Например, для установок с применением промежуточных хладонсителей или установок каскадного типа (аммиак/диоксид углерода), с массой аммиака в единичном блоке до 100 кг практически исключается вероятность возникновения взрывоопасных концентраций аммиака в машинном отделении при правильно выбранном его объеме.

Современные средства выработки холода создаются на базе хорошо развитой теории, имеют эффективные конструкции и оптимизированы по минимуму затрат. Вместе с тем на практике при достаточно высокой удельной эффективности отдельных элементов холодильных установок общая эффективность холодильных систем на 50-60 % ниже расчетной. Это связано как с недостаточно эффективными проектными решениями, так и с низким уровнем их эксплуатации.

Нами определены факторы, приводящие к снижению расхода электроэнергии в существующих холодильных системах производственных и распределительных холодильников, обоснованы мероприятия и определен их вклад в возможный уровень повышения энергетической эффективности. Показано, что за счет оптимизации схемных решений, правильного выбора холодильных агентов и применения эффективных способов регулирования энергетическая эффективность может быть повышена не менее, чем на 10-15 %.

На ряде предприятий в настоящее время используются также и фреоновые холодильные установки. Хладон R22, который официально разрешен к применению на территории России до 2030 г., не может быть рекомендован при проектировании и строительстве новых предприятий.

Использование озонобезопасных импортных смесевых хладонов R404A, R410A, R507 и др., имеющих по сравнению с аммиаком меньшую энергетическую эффективность и высокий потенциал глобального потепления, может привести к полной импортозависимости, а в будущем и к отказу в их применении в рамках выполнения решений Киотского протокола.

Представляет интерес для промышленности использование бинарного льда. Большие экспериментальные работы проведены нами в институте.

Таким образом, основные направления развития холодильных систем в мясной промышленности должны быть связаны с применением природных агентов, аммиака и диоксида углерода, а также с разработкой эффективных и безопасных схемных решений холодильных установок.

УДК 621.514

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ В ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИНАХ С ВИНТОВЫМ КОМПРЕССОРОМ

А.Н. Носков, Д.В. Зверев

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

dn.noskoff@rambltr.ru

Выбор хладагентов для паровых холодильных машин в значительной степени зависит от тех их свойств, которые влияют на конструкционные и эксплуатационные характеристики компрессоров.

В винтовых компрессорах применяются как подшипники качения, так и подшипники скольжения. Применение подшипников качения упрощает конструкцию компрессора, вследствие большей стабильности положения шеек валов роторов, что позволяет использовать винты с меньшими профильными зазорами. Это повышает эффективность работы компрессора (коэффициент подачи λ повышается в среднем на 4%, а эффективный КПД η_e – на 3%). Наиболее тяжелый режим работы компрессора – в составе теплового насоса.

Для определения возможной области применения хладагентов в паровых холодильных машинах были проведены расчеты различных параметров работы машины с масломазоленным винтовым компрессором в одноступенчатых циклах. Расчеты проводились на озонобезопасных хладагонах R717, R407C и R134a, имеющих молекулярные массы 17,03; 80,6; и 102,03 кг/кмоль, а также на хладоне R22 с молекулярной массой 86,47 кг/кмоль.

Для расчетов был выбран винтовой маслозаполненный компрессор (ВКМ) с винтами типоразмерного ряда СКБК с внешними диаметрами винтов $D_1 = D_2 = 125$ мм и относительной длиной винтов $k_l = 1,35$. Теоретическая объемная производительность компрессора $V_T = 0,0592$ м³/с. Режимы работы компрессора в составе теплового насоса: температуры кипения $t_o = 5, 10, 15^\circ\text{C}$; температуры конденсации $t_k = 60, 70^\circ\text{C}$.

Величины эффективной мощности N_e , теплопроизводительности Q_h и отопительного коэффициента μ рассчитывались по зависимостям, приведенным в [1,2,3]. Величины реакций на опорах винтового компрессора определялись по методу, приведенному в [1,2].

На рис. 1 приведена зависимость отопительного коэффициента μ от температуры кипения t_o и вида хладагента при температуре конденсации $t_k = 60^\circ\text{C}$

На рис. 2 приведена зависимость реакции H_1 на опоре ВЩ винта со стороны торца нагнетания от температуры кипения t_o и вида хладагента при температуре конденсации $t_k = 60^\circ\text{C}$.

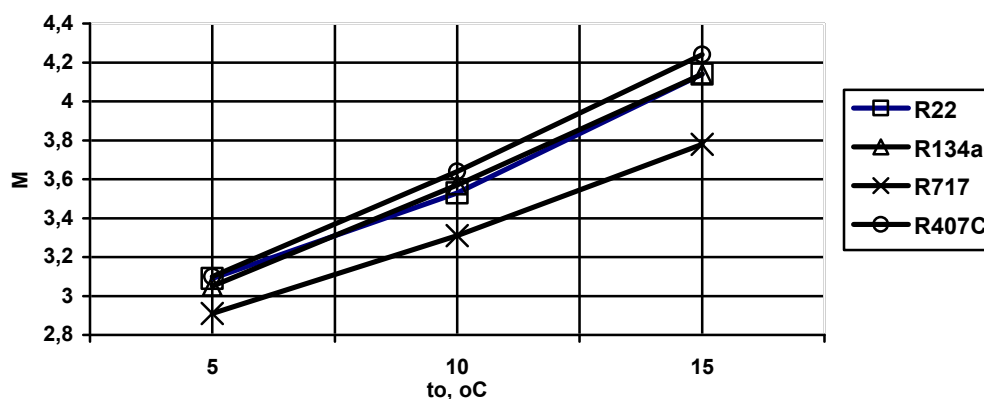


Рис. 1. Зависимость отопительного коэффициента μ от температуры кипения t_o и вида хладагента при температуре конденсации $t_k = 60^\circ\text{C}$

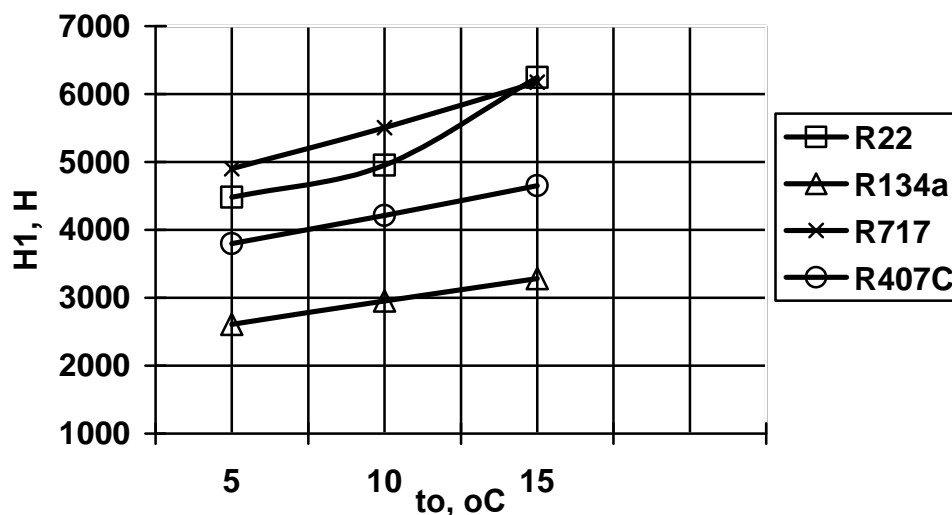


Рис. 2. Зависимость реакции H_1 на опоре ВЩ винта со стороны торца нагнетания от температуры кипения t_0 и вида хладагента при температуре конденсации $t_k = 60^\circ\text{C}$

На основании проведенных расчетов можно сделать следующие выводы по выбору хладагента для холодильной машины, работающей в качестве теплового насоса с ВМК.

Хладон R717 имеет маленькую молекулярную массу и самое высокое давление конденсации. Компрессор на этом хладагенте обладает самой высокой металлоемкостью, большими утечками на всасывание, большей из всех рассмотренных хладагентов эффективной мощностью и теплопроизводительностью. В то же время он является наименее энергетически эффективным (низкий отопительный коэффициент). Одним из недостатков такого ВКМ являются высокие реакции на опоре ВЩ винта со стороны торца нагнетания H_1 , что делает невозможным применение подшипников качения и снижает экономичность его использования.

Хладон R407C имеет средние, по сравнению с другими исследованными хладагентами, величины давлений конденсации и давлений кипения. ВКМ с таким хладагентом имеет средние мощностные и массогабаритные показатели. Но ТН с ВКМ на R407C обладает наибольшей энергетической эффективностью, т.к. его отопительный коэффициент максимален. Реакции H_1 на опоре ВЩ винта компрессора на R407C меньше, чем у ВКМ на R717, поэтому возможно применение подшипников качения.

Хладон R22 характеризуется самым низким внешним отношением давлений π_n из-за высокого давления кипения и, следовательно, ВКМ на этом хладагенте обладает хорошими объемными и энергетическими показателями. Также он имеет относительно высокую эффективную мощность и теплопроизводительность. По энергетической эффективности ВКМ на R22 находится между ВКМ на R717 и ВКМ на R407C. Большие реакции H_1 не позволяют использовать подшипники качения.

У хладона R134a самое низкое p_k и p_0 . Поэтому у такого ВКМ низкая металлоемкость. Такой компрессор имеет самую низкую мощность и теплопроизводительность (следовательно, наименьшие массогабаритные показатели). По энергетической эффективности он стоит рядом с ВКМ на R22. Однако, при всех его недостатках, работа ВКМ на данном агенте характеризуется самыми низкими реакциями H_1 , что делает возможным применение подшипников качения на всех режимах с целью повышения экономичности работы компрессора.

Проведенные расчеты помогут сделать выбор хладагента в зависимости от особенности применения винтового маслозаполненного компрессора в составе теплового насоса.

Список литературы:

1. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин /Под ред. И.А. Сакуна. Л.: Машиностроение, 1987. 423 с.
2. Холодильные компрессоры: Справочник // Под ред. А.В. Быкова. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. 280 с.
3. Холодильные машины // Под ред. Л.С. Тимофеевского. СПб.: Политехника, 1997. 992с.

УДК 621.514

СИЛЫ И МОМЕНТЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА РОТОРЫ ХОЛОДИЛЬНОГО ВИНТОВОГО КОМПРЕССОРА

А.Н. Носков, Д.П. Корнев

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

dn.noskoff@rambler.ru

Надежность работы холодильного винтового компрессора (ВК) в значительной степени определяется надежностью работы подшипниковых узлов. Для расчета опорной поверхности и мест подвода смазки в подшипниках скольжения необходимо знать не только величину, но и направление реакций опор. Применение в ВК подшипников качения позволяет использовать винты с меньшими профильными зазорами, что повышает КПД компрессора. Использование подшипников качения ограничено частотой вращения роторов и их ресурсом работы. В маслозаполненных винтовых компрессорах оптимальные окружные скорости роторов ниже предельно допустимых скоростей вращения подшипников. Для увеличения ресурса работы подшипников используют специальные разгрузочные устройства: разгрузочные камеры — для уменьшения радиальных нагрузок, думмисы — для осевых. Использование разгрузочных устройств в маслозаполненных ВК средней и малой производительности приводит к снижению КПД компрессора из-за увеличения балластных потерь и бывает неприемлемым.

Таким образом, для правильного конструирования подшипников скольжения или для обеспечения гарантированного ресурса работы подшипников качения холодильного ВК на различных режимах работы как при полной, так и частичной производительности необходима уточненная методика расчета сил и моментов, действующих на винты. Существующая методика таких расчетов [1] не позволяет оценить изменения сил и моментов при регулировании производительности компрессора. При расчете реакций опор ВК от действия радиальных сил определяют элементарные реакции от каждой элементарной нагрузки, которые затем суммируют для каждой опоры, что затрудняет определение реакций при конструктивной проработке компрессора с различными расстояниями от торцов винта до опорных подшипников. При этом не учитывается также момент от осевых сил, действующих в пределах одной впадины винта.

Силы, действующие на винты, определяются давлением сжимаемой среды и площадями поверхностей винтов, на которые действует перепад давлений, являющимися функциями геометрических параметров винтов. Изменение перепада давления сжимаемого пара в зависимости от угла поворота ведущего (ВЩ) винта можно определить расчетом рабочего процесса холодильного ВК или по экспериментальным данным.

На винты действуют радиальные и осевые силы, возникающие от сил давления сжимаемого пара. Радиальные силы являются основными силами, определяющими реакции опор компрессора.

Как известно [1], сила давления пара на поверхность впадины винта (при ее элементарной длине) равна по абсолютному значению силе давления на цилиндрическую поверхность корпуса компрессора, перекрывающую впадину. Равнодействующая этих сил (dq_1 и dq_2) равна произведению длины хорды a_1a_2 , стягивающей дугу окружности внешнего цилиндра, приходящуюся на рассматриваемую впадину (рис.1), на элементарную длину впадины dl и текущее значение разности давлений $\Delta p_x = p_x - p_{вс}$, где p_x — текущее давление пара во впадине винта; $p_{вс}$ — давление в процессе всасывания. Геометрическое место точек приложения этих равнодействующих образует грузовую линию. На рис. 1 показана грузовая линия q_1 для впадины ВЩ винта.

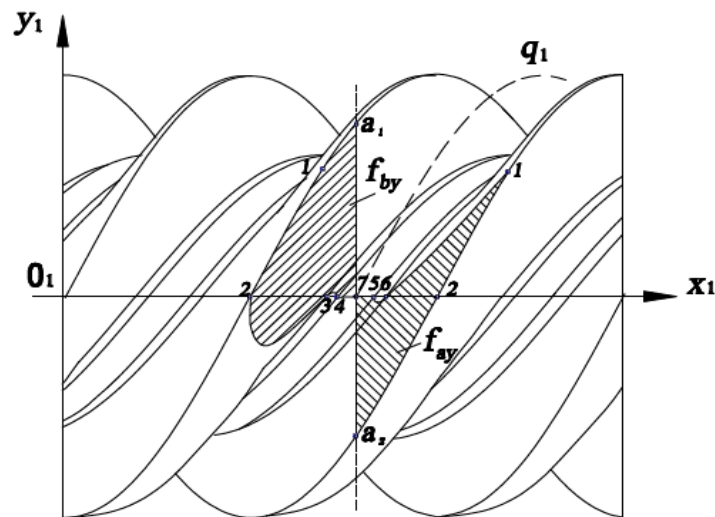


Рис. 1. Проекция неуравновешенных площадок на плоскость $X_1O_1Y_1$

Система элементарных радиальных сил, действующих на грузовую линию, сводится к силе и моменту. Аналогичные выкладки справедливы и для ведомого (ВМ) винта.

В рассчитанные по этим формулам значения сил и моментов от действия радиальных сил необходимо ввести поправки, учитывающие тот факт, что находящиеся в зацеплении в пределах одной парной полости винтовые поверхности перекрывают часть впадин ВЩ и ВМ винтов, что приводит к появлению неуравновешенных площадок f_a и f_b . Эти неуравновешенные площадки ограничены линией зацепления 1-2-3-4-5-6-1-2, плоскостью $a_1 a_2$ и вершинами переднего и заднего зубьев винта. Для рассматриваемой впадины ВЩ винта в плоскости $z_1 O_1 y_1$ (см. рис. 1) показаны проекции этих неуравновешенных площадок f_{ay} и f_{by} . Так как давление во впадине равно p_x , а площадка f_{ay} находится под воздействием давления $P_{вс}$, силу $R_{ay} = f_{ay} \cdot \Delta p_x$ необходимо вычесть из нагрузки, определенной для грузовой линии q_1 . Поскольку грузовая линия начинается в точке 7, сила от давления p_x на впадину после плоскости $a_1 a_2$, перпендикулярной оси винта и проходящей через точку 7, не учитывается при расчете радиальных сил, силу $R_{by} = f_{by} \cdot \Delta p_x$ необходимо прибавить к этой нагрузке.

Проекция неуравновешенных площадок на торцевую плоскость дают силы $R_{ax} = f_{ax} \cdot \Delta p_x$ и $R_{bx} = f_{bx} \cdot \Delta p_x$. Силы R_{ax} и R_{bx} необходимо вычесть из нагрузки, определенной для грузовой линии, так как R_{ax} уже учтена при ее определении, а направление силы R_{bx} совпадает с положительным направлением оси y_1 .

Силы от давления пара действуют также на торцевые и профильные поверхности винтов.

Площадь торца ВЩ и ВМ винтов состоит из площади зубьев и площади кольца, образованного окружностями впадин винтов и шейками валов. Практически на всю площадь торца всасывания как ВЩ, так и ВМ винта действует давление $p_{вс}$. На торце нагнетания часть зубьев винта с соответствующими им частями кольца находится под давлением нагнетания p_n , часть — под давлением $p_{вс}$, а часть — под промежуточным давлением $p_{хт}$. Будем считать, что $p_{хт}$ равно среднему арифметическому давлению во впадине винта до и после рассматриваемого зуба, а координаты точек приложения торцевых сил совпадают с координатами центра тяжести фигуры, образованной зубом винта и примыкающей к нему площадью кольца.

Равнодействующая сил от давления на торец всасывания ВЩ и ВМ винтов направлена по осям винтов и воспринимается упорными подшипниками. Система сил от давления на торец нагнетания ВЩ и ВМ винтов сводится к осевой силе, воспринимаемой упорными подшипниками, и моменту, действующему в плоскости, проходящей через ось соответствующего винта, и воспринимаемому опорными подшипниками.

Осевые силы, направленные в сторону торца всасывания, дают окружные силы, действующие против вращения винта, а силы, направленные в сторону торца нагнетания, — по направлению вращения. Аналогично можно определить осевые и окружные силы, действующие на ВМ винта.

Реакции в подшипниках от радиальных, осевых и окружных сил, а также моментов находили для каждой из полостей, затем определяли равнодействующие реакций и их направления для каждой из опор.

Был выполнен расчет реакций на опорах винтового компрессора, имеющего следующие основные геометрические характеристики: число зубьев ВЩ и ВМ винтов соответственно $z_1=4$, $z_2=6$; внешний диаметр винтов $d_1 = d_2 = 200$ мм; длина винтов $L = 270$ мм; ход ВЩ винта $H_1 = 320$ мм; профиль — асимметричный конструкции СКБК; геометрическая степень сжатия $\varepsilon_r=2,6$. Режим работы компрессора: хладагент — хладон R22; частота вращения ВЩ винта $n_1 = 49 \text{ с}^{-1}$; температура конденсации $t_k = +15 \text{ }^\circ\text{C}$; температура кипения $t_0 = -20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Расчет проводили для трех относительных объемных производительностей $V_T/V_T = 100, 75$ и 50% . Показатели политроп процессов сжатия пара и депрессию в процессах всасывания, перепуска и нагнетания при этих относительных объемных производительностях определяли в ходе расчета рабочего процесса холодильного маслозаполненного винтового компрессора.

Результаты расчета реакций R_n опорных подшипников ВЩ и ВМ винтов на стороне нагнетания и углов между направлением реакций этих опор и линией центров α_{o1o2} , показывают, что реакции R_n и углы α_{o1o2} ВЩ и ВМ винтов уменьшаются с уменьшением производительности компрессора. Это объясняется, прежде всего, тем, что осевые силы, действующие на профильные поверхности ведущего винта, существенно больше, чем аналогичные силы ведомого винта и направлены в сторону торца всасывания. Реакции от моментов этих сил для опоры ВЩ винта со стороны торца нагнетания действуют под большим углом α_{o1o2} , чем для опоры ВМ винта, уменьшая суммарную величину R_n и увеличивая суммарное значение α_{o1o2} . Кроме того, вследствие меньшего угла закрутки ведомого винта, эквивалентные радиальные силы, действующие на его грузовые линии, имеют большие значения, чем аналогичные силы ведомого винта.

Приведенная методика расчета сил и моментов позволяет более обоснованно подойти к расчету подшипниковых узлов холодильного винтового компрессора на этапе проектирования

Список литературы:

1. Саун И.А. Винтовые компрессоры. Л.: Машиностроение, 1970. 400 с.

УДК 621.175:536.24

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В МАЛОМ МИКРОКАНАЛЬНОМ ВОЗДУШНОМ КОНДЕНСАТОРЕ**Л.И. Морозюк, О.В. Ольшевская**

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. В.С. Мартыновского Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса, Украина

olgaolshevskaya@mail.ru

До настоящего времени в холодильной технике существовало достаточно ограниченное количество конструктивных типов конденсаторов [1, 3]. Подробное описание конструкций этих аппаратов, особенностей теплообмена и методики теплотехнических расчетов широко приводятся в литературе и являются востребованным справочным материалом.

Появившиеся в последние пять лет новые типы воздушных конденсаторов стали следствием современных требований, предъявляемых к холодильной технике международными актами: новые рабочие вещества, малоемкие системы по хладагенту (экологическая безопасность), интенсификация теплообмена (экономия всех видов энергетических ресурсов).

Основываясь на таких подходах, в холодильную технику внедряют микроканальные воздушные конденсаторы не только малых, но и самых больших производительностей [5]. По конструктивным особенностям они относятся к группе компактных пластинчато-ребристых теплообменников.

Существующие многочисленные исследования различных видов сечений микроканалов и оребрения, теплоотдачи, гидродинамики двухфазных потоков и аэродинамики не приводят инженерных методик расчетов, что явно затрудняет процесс функционального проектирования.

На основании сказанного, авторы предлагают свою версию методики теплотехнического расчета микроканального конденсатора, используя опыт предшественников и современных исследователей в создании алгоритма расчета теплообменного аппарата.

Модель построена следующим образом: рассчитываются коэффициенты теплоотдачи со стороны конденсирующегося в каналах рабочего вещества α_{a2} и со стороны воздуха α_{603} , по уравнениям, соответствующим данной геометрии поверхности, определяется эффективность ребра E и, приведенный к внутренней теплопередающей поверхности, коэффициент теплоотдачи от воздуха α_{603}^{np} , плотность теплового потока q и требуемая поверхность аппарата F_{6H} .

Окончательное значение F_{6H} принимается на основе оптимизационных расчетов. В методике может быть двойной подход: при известной нагрузке Q_K определяют F_{6H} , либо при известной теплообменной поверхности находят Q_K .

Предложенная методика реализуется авторами на частном примере. Пример был выбран таким образом, чтобы достоверность результатов расчетов была подтверждена наиболее надежным способом - получением тех же характеристик экспериментальным путем.

Авторами были проведены натурные испытания холодильного модуля Carrier Viento 200 R134a CHILLED, комплектующего авторефрижератора, в состав которого входит микроканальный конденсатор и компрессор марки Frascold C206Y.

Температурный режим работы машины, параметры воздуха, характеристика компрессора, геометрия и размеры теплообменной поверхности конденсатора являлись основой для расчета. Массовый расход хладагента M_a был определен из теплового расчета компрессора и по потребительским характеристикам фирмы-производителя при работе двигателя авторефрижератора на холостом ходу.

Схема теплообменной поверхности представлена на рис.1.

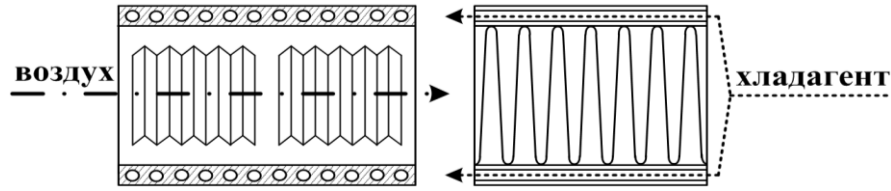


Рис.1. Схема элемента поверхности конденсатора

Из семи корреляционных уравнений, рассмотренных авторами в работе [2], для расчета теплоотдачи при конденсации в микроканале использовано уравнение Cavallini-Zechin. Выбор основан на том, что Cavallini и Zechin исследовали микроканальные конденсаторы с характеристиками теплообменной поверхности, наиболее близкими к экспериментальной модели. Таким образом, коэффициент теплоотдачи со стороны рабочего вещества определяется как:

$$\alpha_{a2} = \frac{0.05 \cdot Pr_{жс}^{0.33} \cdot \lambda_{жс}}{d_{вн}} \left(\frac{4 \cdot m_a \cdot (1-x)}{\pi \cdot \mu_{жс} \cdot d_{вн}} + \frac{4 \cdot m_a \cdot x}{\pi \cdot \mu_{жс} \cdot d_{вн}} \cdot \left(\frac{\rho_{жс}}{\rho_n} \right)^{0.4} \right)^{0.8}, \quad (1)$$

где $d_{вн}$ - диаметр микроканала (м), m_a - массовый расход хладагента через один канал (кг/с), x - степень сухости, $\rho_{жс}$, ρ_n - плотности жидкости и пара, соответственно (кг/м³), $\lambda_{жс}$, $\mu_{жс}$, $Pr_{жс}$ - теплофизические свойства жидкости (Вт/м·К), (Па·с).

Наиболее корректным, по мнению авторов, для расчета коэффициента теплоотдачи со стороны воздуха, движущегося через ребристую секцию микроканального конденсатора, является использование уравнения, в котором учтена главная особенность движения воздуха – присутствие свободной и вынужденной конвекции в ребристом элементе[1, 4]:

$$\alpha_{603} = \left[362 \cdot \left(\frac{m_6 \cdot c_6}{\lambda_6 \cdot b_n} \right)^2 + 0.0277 \cdot \left(\frac{g \cdot \rho_6^2 \cdot c_6 \cdot \beta_6 \cdot \Delta t \cdot d_3^3}{\mu_6 \cdot \lambda_6} \right)^{3/2} \right]^{1/6} \cdot \lambda_6 \cdot d_3^{-1}, \quad (2)$$

где d_3 - эквивалентный диаметр (м), m_6 - массовый расход воздуха через живое сечение одного ребристого элемента (кг/с), b_n - ширина пластины с микроканалами (м), Δt - подогрев воздуха (град), ρ_6 , c_6 , λ_6 , μ_6 , β_6 - термодинамические и теплофизические свойства воздуха (кг/м³), (кДж/кг·К), (Вт/м·К), (Па·с), (1/град).

Приведенный к внутренней поверхности, коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха:

$$\alpha_{603}^{np} = \alpha_{603} \cdot \beta \cdot E = \frac{\alpha_{603} \cdot F_{нар}}{F_{вн}} \cdot \text{th} \left(\sqrt{\frac{2 \cdot \alpha_{603}}{\delta_p \cdot \lambda_p}} \cdot \frac{h_p}{2} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{2 \cdot \alpha_{603}}{\delta_p \cdot \lambda_p}} \cdot \frac{h_p}{2} \right)^{-1}, \quad (3)$$

где β - степень оребрения, E - эффективность ребра, $F_{нар}$, $F_{вн}$ - площадь наружной и внутренней теплопередающей поверхности конденсатора, соответственно (м²), h_p - высота ребра (м), δ_p - толщина ребра (м), λ_p - коэффициент теплопроводности материала ребра (Вт/м·К).

Далее в алгоритме модели следует определение плотности теплового потока путем решения системы ур (4).

$$\begin{cases} q_{a2} = \alpha_{a2} \cdot (t_{a2} - t_{cm}) \\ q_{603} = \alpha_{603}^{np} \cdot (t_{cm} - t_{603}) \end{cases}, \quad (4)$$

Полная тепловая нагрузка на конденсатор определяется функцией $Q_K = f(\theta_m)$ или $Q_K = q_i \cdot F_{\text{вн}}$.

Адекватность предложенной модели подтверждена получением той же характеристики Q_K экспериментальным путем в температурном режиме $t_0 = -8^\circ\text{C}$, $t_K = 40^\circ\text{C}$, $t_{\text{в03}} = 30^\circ\text{C}$, $\Delta t = 1.5^\circ\text{C}$. Для этого в единой системе координат $Q-t$ совмещаются характеристики компрессора и конденсатора. На рис.2 представлена характеристика компрессора по расчетным и данным фирмы-производителя. Точки пересечения A и D характеризуют баланс в работе элементов. Характеристика конденсатора $B-O$ построена в соответствии с экспериментом, характеристика $C-O$ построена в соответствии с изложенной методикой (рис.2).

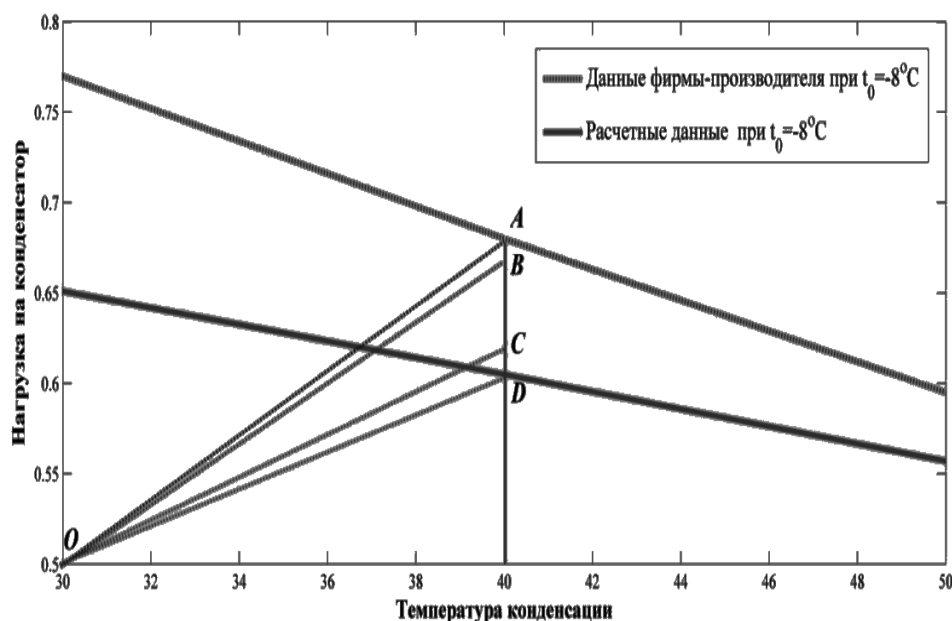


Рис.2. Совмещенные характеристики «компрессор-конденсатор»

По результатам анализа рис.2, получаем:

- расхождение характеристик по данным фирмы (A) и экспериментальным данным (B) не превышает 6%;
- расхождение характеристик эксперимент (B) и расчет (C) не превышает 10%, расхождение расчетных характеристик компрессора (D) и конденсатора (C) не превышает 3%;
- доказательство адекватности модели.

Авторы предлагают приведенную модель расчета теплопередачи в микроканальном воздушном конденсаторе использовать в инженерных расчетах, в аспирантских и магистерских исследованиях.

Список литературы:

1. Справочник по теплообменникам. Москва: Энергоатомиздат, 1987. Т1. 1987 – 549с.
2. Морозюк Л.И. К расчету теплоотдачи в микроканалах двухходового воздушного микроканального конденсатора/ Л.И. Морозюк, О.В. Ольшевская // Холодильная техника и технология. 2012. №3(137). С.18 – 23.
3. Данилова Г.Н. Теплообменные аппараты холодильных установок/ Г.Н. Данилова [и др.]. – Л.: Машиностроение, 1986. 303 с.
Ольшевская О.В. Тепловые и аэродинамические характеристики микроканального воздушного конденсатора // Сталый розвиток і штучний холод. 2012. С.146 – 151.
4. Güntner info. GVHX/GVVX. Конденсаторы с осевыми вентиляторами. HFKW & натуральные хладагенты [Электронный ресурс] // URL:http://www.guentner.ru/fileadmin/literature/europe/condensers_drycoolers/GVHX/Guentner_GVHX_GVVX_Info_RU.pdf

УДК 621.565

ПРИМЕНЕНИЕ КАСКАДНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КАМЕР

А.В. Богатырев¹, А.С. Пастухов²

1 – Малое инновационное предприятие «Холодильные Экосистемы», Санкт-Петербург, Россия

2 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Bogatyrev.90@yandex.ru

Холодильные машины для низкотемпературных испытательных камер, применяемых в Советском Союзе, в основном, производились компанией «NEMA», находившейся в ГДР и носившейся «завод «Подъемник». Для обеспечения работы низкотемпературных испытательных камер этим заводом изготавливались двухступенчатые холодильные машины, работающие на холодильном агенте R22. В 1963 г. в связи с возрастающей потребностью Советского Союза в комплексе приборов для проверки и испытаний в космической промышленности и самолетостроении на 30% увеличился объем производства испытательных камер второго поколения полезной площадью до 8 м³. В период 1963 – 1970 гг. было поставлено 3 000 таких аппаратов[1]. После распада СССР в стране осталось достаточно большое количество действующих испытательных низкотемпературных камер. Со временем большинство из них либо морально и технически устарело, либо окончательно вышло из строя. Связи с заводом «Подъемник» оборвались, и новые холодильные машины, запасные части к ним и комплектующие от данного производителя больше не поставлялись. Тем не менее, необходимость проведения климатических испытаний в термокамерах остается[2]. В настоящее время при реконструкции или создании новых камер, более выгодно применять каскадные холодильные машины, так как они энергетически более выгодны, нежели двухступенчатые холодильные машины.

К низкотемпературным испытательным камерам предъявляются следующие требования:

- Температура -40 °С, -50 °С, -56 °С и -60 °С;
- Допустимые пределы поддержания температур по объему камеры: ±2°С;
- Максимальная длительность режимов испытания при температуре t = - 60 °С до 3 суток;
- Внутренние тепловыделения от изделий, находящихся в камере, в процессе испытаний не должны превышать 5 кВт. В процессе выхода на заданный температурный режим внутренние тепловыделения должны отсутствовать;
- Из-за отсутствия необходимого количества воды требуемого качества в составе холодильной установки необходимо предусматривать конденсаторы воздушного охлаждения при ограничениях, приведенных ниже;
- Проведение испытаний на низкотемпературных режимах производится в климатические периоды, когда температура наружного воздуха не превышает + 25 °С.

Цикличность повышения и понижения температуры в камере задается.

Каскадные холодильные машины особо эффективны при температуре ниже -50 °С. Так как в каскадных холодильных машинах используются 2 разных холодильных агента, один высокого, а другой низкого давления. Холодильный агент высокого давления используется в нижнем каскаде, что позволяет уменьшить теоретический объем компрессора, а следовательно и мощность, необходимую для работы компрессора нижнего каскада. Одной из проблем при конструировании каскадной холодильной машины является выбор холодильного агента. В низкотемпературных испытательных камерах использовались в основном негорючие хладагенты. Для каскадных машин в качестве хладагентов, в верхнем и нижнем каскадах, применялись фреоны R22 и R13 соответственно, в двухступенчатых машинах – R22.

Экологические характеристики и пожароопасность холодильных агентов R22 и R13 приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики экологические и пожароопасности	Хладагент				
	R22	R13	R404a	R507a	R23
ODP	0.05	1	0	0	0
HGWP	0.34	13	0.94	1	5.7
GWP	1700	11700	3750	3800	12100
ПДКрз, мг/м ³	3000	3000	3000	3000	3000
Класс пожароопасн.	4	4	4	4	4

Монреальским протоколом и последующими международными соглашениями запрещено применение озоноопасного хладагента R13, а R22, являющийся хладагентом переходной группы, разрешен к применению в России до 2030 года. В качестве альтернативных агентов предложены фреон R23 вместо R13, и смесевые агенты R404a, R507a вместо R22. Ведущие производители выпускают эти хладагенты, и работающие на них (серийно на R404a и R507a) холодильные машины и необходимые холодильные масла. Экологические характеристики хладагентов R404a, R507a и R23 также представлены в таблице 1.

Из приведенных в табл. 1 данных следует, что альтернативные хладагенты двухступенчатых и каскадных машин имеют одинаковые показатели к R22 по санитарно-гигиеническим нормам, пожаро- и взрывобезопасности, токсичности.

При проектировании возникает проблема при разработке системы управления и регулирования производительности. Каскадная машина по факту является системой состоящей из 2 одноступенчатых холодильных машин, которыми необходимо управлять как по отдельности, так и согласовывать их работу. Каскадная машина не может моментально выйти на режим работы при -60°C , так как для того что бы включился нижний каскад, необходимо довести температуру кипения в верхнем каскаде до определенного значения. В системе необходимо предусмотреть расширительную (балластную) емкость. В расширительную емкость во время стоянки холодильной машины сбрасывается холодильный агент. Емкость рассчитывается так, что если весь холодильный агент превратится в пар, давление в системе не превысит допустимого значения и не произойдет разгерметизация системы. Но, не смотря на указанные сложности проектирования, разработки и создания каскадных холодильных машин, в настоящее время они являются наиболее выгодными с точки зрения энергетических и массогабаритных показателей. Доказательством тому может служить каскадные холодильные машины, разработанные и введенные в эксплуатацию малым инновационным предприятием НИУ ИТМО «Холодильные Экосистемы» совместно с ООО «АиТ» для обеспечения заданных технологических режимов в испытательных климатических и термобарокамерах объемами от 1,5 до 30 м³ на предприятиях ОАО "ЗРТО" "Алмаз-Антей", ОАО "ЛОМО", ОАО «Обуховский завод».

Список литературы:

1. Данилов О.В., Шильдбах А.Г. Информационный бюллетень «Энерготех» №9.
2. Босый С.И., Белозеров В.В. Диагностика прочности, долговечности и безопасности конструкционных материалов с помощью нового параметра – термобаростойкости. Современные наукоемкие технологии. 2008. № 2. С. 62.

УДК 681.5.08; 62-712

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ В КЛИМАТИЧЕСКИХ КАМЕРАХ

В.В. Данин¹, А.П. Гуреев², А.С.Пастухов²

1 – Малое инновационное предприятие «Холодильные Экосистемы», Санкт-Петербург, Россия

2 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Gaz402@mail.ru

Введение: Климатическая камера – это техническое устройство, предназначенное для испытаний оборудования в различных температурно-влажностных режимах. К современной климатической камере предъявляются высокие требования, по точности поддержания температуры и влажности по всему объему камеры, в течение длительных промежутков времени. Испытания включает в себя изменения температурно-влажностных режимов по определенному закону, точное регулирование требует контроль параметров и управления исполнительными механизмами. Системы измерения и регулирования любой климатической камеры состоит минимум из четырех измерительных каналов: температуры воздуха, влажности воздуха в полезном объеме камеры, температуры охладителя и температура осушителя.

Сложности: Наиболее сложными испытаниями считаются динамические, в которых происходит изменение установок по температуре и влажности в течение необходимого количества циклов (суток). К данным «динамическим» испытаниям относятся следующие ГОСТЫ:

- ГОСТ 28201-89:Целью настоящего испытания является определение пригодности элементов, аппаратуры или других изделий для эксплуатации и хранения в условиях высокой относительной влажности. Это испытание предназначено для выявления воздействия высокой относительной влажности при постоянной температуре в течение установленного периода времени [1]

- ГОСТ 28216-89: Целью настоящего стандарта является определение пригодности элементов, аппаратуры или других изделий для эксплуатации и хранения в условиях высокой влажности в сочетании с циклическими изменениями температуры с образованием конденсированной влаги на поверхности образца[2].

Целью настоящего стандарта является определение пригодности элементов, аппаратуры или других изделий для эксплуатации и хранения в условиях высокой влажности в сочетании с циклическими изменениями температуры с образованием конденсированной влаги на поверхности образца(см. рисунок 1).

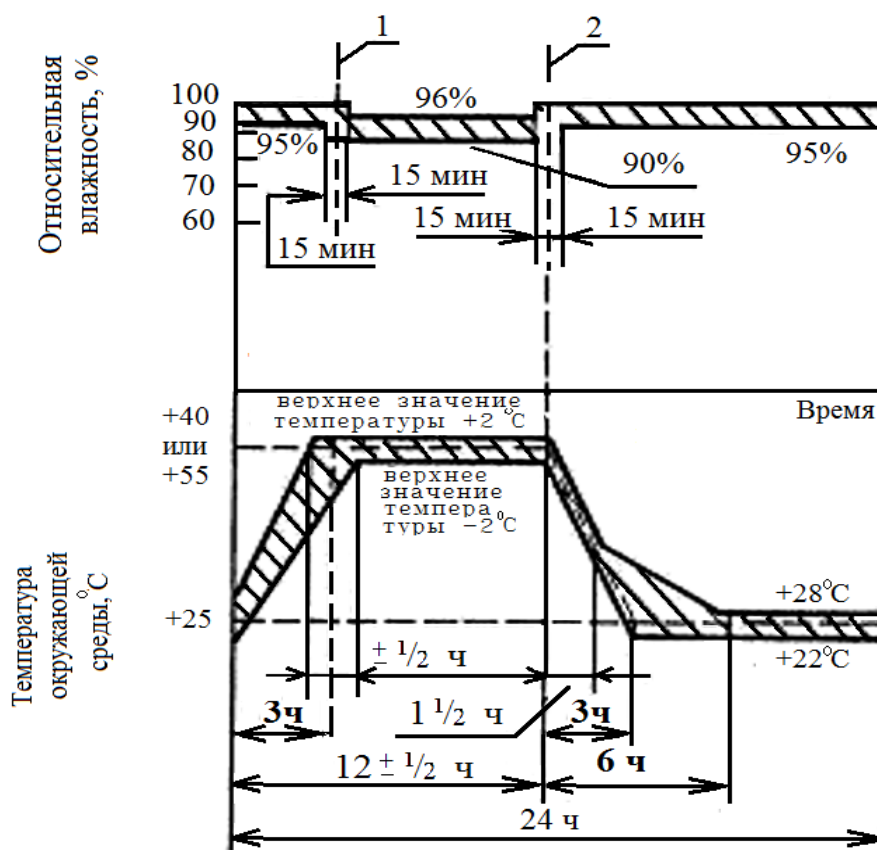


Рис. 1. Температурно-влажностная характеристика испытаний. 1- прекращение повышение температуры; 2- начало понижение температуры.

Состояние системы по рассматриваемым параметрам вследствие внесения управляющих воздействий или проявления комплекса причинно-следственных связей характеризуется наличием случайных связей. Другой причиной состояния неопределенности объекта по какому-либо параметру является «рассеяние» этого параметра в пространственных или временных координатах. Например, разброс значений температур в объеме термокамеры, порождает элемент неопределенности для прогнозов по качеству тепловой обработке изделия и организации управления соответствующими процессами теплообмена [3]. Система регулирования построена таким образом, что при поступлении возмущающих воздействий по температуре или влажности исполнительные устройства реагируют незамедлительно, используя ПИД закон регулирования.

Практические результаты: Система управления климатической камерой, реализована на программируемом логическом контроллере (ПЛК) фирмы «ОВЕН». Система управления на базе ПЛК представляет из себя комплекс приборов, которые связаны между собой программно и обеспечивают высокую точность поддержания требуемых режимов, а также обеспечивают удаленный контроль за параметрами по локальной сети (supervisory control and data acquisition, SCADA-система). Программирование контроллера выполнено в среде программирования: CoDeSys V2.3.

Элементы системы управления:

- ПЛК
- Модуль ввода аналоговых сигналов
- Модуль вывода аналоговых сигналов

Каждый из каналов обеспечивает: прием сигналов от первичных преобразователей, визуальное отображение информации в формате, соответствующем измеряемой физической величине, выработку выходного унифицированного сигнала, пропорционального измеряемой величине и используемого программируемым логическим контроллером в контуре регулирования. Таким образом, система регулирования представляет собой распределенный

программируемый логический контроллер, управляющий работой климатической камеры в соответствии с программой, хранящейся в энергонезависимой памяти контроллера.

Выводы: Реализованная система, позволяет быстро достигать и поддерживать заданное значение установок для температур и влажности в пространстве (см. рисунок 2), причем температуру воздуха можно регулировать при помощи элементов нагрева или охлаждения, система управления позволяет выполнить технические условия ГОСТ 28201-89 и ГОСТ 28216-89 в полном объеме. Точность поддержания температуры в камере составляет $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, точность поддержание влажности 1% .

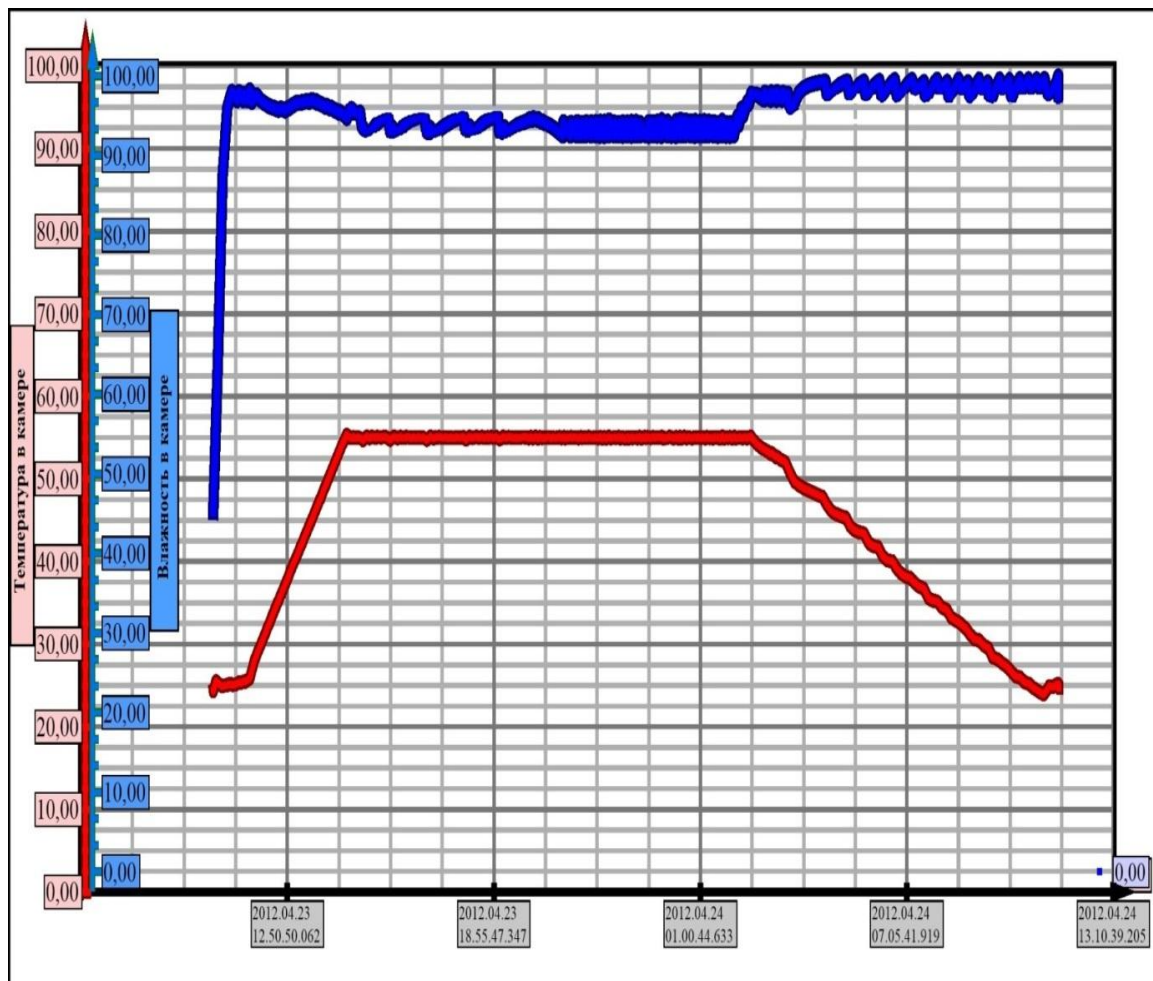


Рис. 2. Графические результаты испытания климатической камеры

Список литературы:

1. Максимова М.П., Гусева Л.А., Чурноусова А.С. ГОСТ 28201-89 Общероссийский Классификатор Стандартов (ОКС), 2006. 8с.
2. Максимова М.П., Гришанова Н.С., Копоненко Т.Н. ГОСТ 28216-89 Общероссийский Классификатор Стандартов (ОКС), 2006. 10с.
3. Лазарев В.Л. Теория энтропийных потенциалов. / Санкт Петербургский Политехнический университет, 2012. 126с.

УДК 621.565.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КАМЕР ФРУКТООВОЩЕХРАНИЛИЩ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ

А.Ф. Опалихин, Е.Т. Петров, А.А. Круглов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

opalihin@refropkb.ru

В настоящее время системы воздушного охлаждения широко применяются в камерах хранения плодов и овощей.

Основу аэродинамического расчета систем воздухораспределения в настоящий момент составляет ряд эмпирических зависимостей, полученных различными авторами для конкретных условий развития струи. Данные о дальнобойности воздухоохладителей, приводимые производителями оборудования в каталогах, не достаточны для всех существующих вариантов взаимного размещения оборудования и хранимого груза.

В высотных холодильниках добиться равномерности полей скоростей, температур, влажности и концентрации является наиболее сложной задачей.

Указанные выше обстоятельства затрудняют поиск оптимальных объемно-планировочных решений камер хранения, следствием чего и является образование застойных зон и порча продукции.

Повышение требований к условиям хранения вызывает необходимость повышения эффективности работы камер. Задача сводится к разработке методов расчета параметров воздушного потока в стесненном пространстве камер при наличии локальных газодинамических и тепловых возмущений.

Одним из методов, направленных на решение проблемы улучшения качества овощной продукции, является использование технологического кондиционирования регулируемой атмосферой (РА).

В РА, по сравнению с хранением в обычной воздушной среде, лучше сохраняется качество плодов, дольше сохраняется зеленая окраска, замедляются гидролитические процессы распада протопектина (плоды дольше остаются твердыми) [2].

Углекислый газ и кислород влияют также на биосинтез этилена в плодах и его биологическое действие на процессы созревания.

На продолжительность хранения влияют такие факторы, как:

- вид продукции;
- сорт продукции;
- концентрация газов в камере;
- температура продукта;
- степень зрелости продукта во время сбора урожая;
- условия выращивания;
- присутствие этилена в камере.

В настоящее время применяют различные способы РА:

1. Технология хранения с ультранизким содержанием кислорода ULO (Ultra Low Oxygen) с содержанием кислорода в камере менее 1-1,5%, содержание углекислого газа 0-2%.

2. Традиционная технология (Traditional Controlled Atmosphere) с содержанием кислорода 3-4%, углекислого газа 3-5%.

3. Шоковая обработка углекислым газом (CO_2 shock treatment), когда перед началом хранения плоды подвергаются в течение определенного времени воздействию атмосферы с повышенным (до 30%) содержанием углекислого газа.

4. Хранение в динамической регулируемой атмосфере (DCA – dynamic controlled atmosphere).

Наиболее перспективной технологией на данный момент является хранение в DCA. Эта технология обеспечивает естественную (не химическую) защиту плодов от загара и максимальное сохранение твердости, сочности и других показателей качества плодов при длительном хранении [1].

Суть технологии заключается в том, что, используя специальные датчики на основе метода флуоресценции, постоянно измеряется физиологическое состояние плодов и, на основе этой информации, обеспечивается поддержание в камере минимально допустимой концентрации кислорода, обычно 0,4 - 0,6%.

DCA позволяет создавать идеальные условия для средней и длительной продолжительности хранения каких-либо плодов, позволяя вам снижать уровни кислорода в хранилищах до 0,4%-0,7% (для яблок), без риска появления гипоксии и сопутствующих физиологических нарушений. Во время периода хранения, возможно установить и адаптировать значения газов динамическим образом, на основании зрелости плода, ежегодных климатических колебаний и изменения ритмов дыхания хранящихся плодов.

Важно не только поддержать определенную концентрацию смеси, но и обеспечить равномерность полей концентрации во всем объеме камеры.

Для реализации данных задач необходимо:

- Сформировать автономную систему управления РА;
- Обеспечить равномерность термодинамических параметров смеси в объеме камер;
- Разработать методы оптимального проектирования и управления камер фруктоовошехранилищ.

Предполагается формирование камер с РА с использованием горизонтальной подачи воздуха в стесненный объем камеры с контейнерным способом хранения. Пространство занимаемое грузом рассматриваются в виде ячеечной структуры, где каждый контейнер формирует одну ячейку.

Наиболее перспективным методом аэродинамического и теплового расчета для решения оптимизационных задач является использование математической модели газодинамики и тепловых процессов.

Эмпирические зависимости, обобщающие результаты экспериментальных исследований, не учитывают всех действующих факторов и не могут быть использованы для анализа всех возможных вариантов технических решений. В тоже время, использование математической модели на базе соотношений Навье-Стокса, которая представляет собой систему уравнений, состоящая из уравнений неразрывности, сохранения количества движения и энергии, уравнения состояния, дополненная соответствующей моделью турбулентности, представляется наиболее перспективным.

Важной составляющей успешного решения математической модели является корректное задание граничных условий (рис.1).

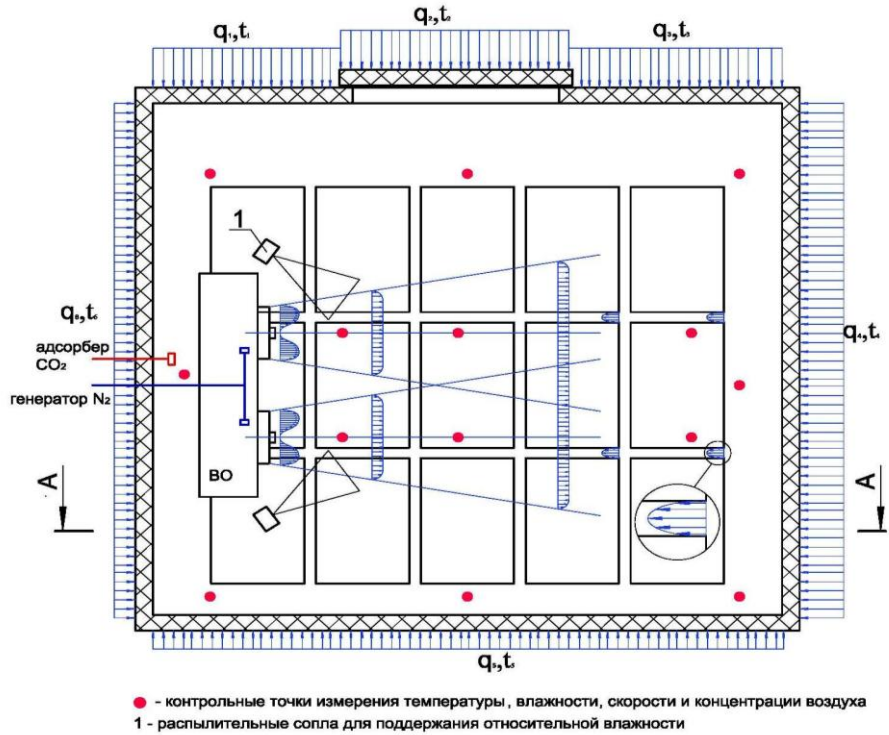


Рис. 1. План размещения оборудования и контрольно-измерительных приборов в камере

На первом этапе расчетов полей скоростей, давлений и температур в стесненном пространстве приходится принимать условия постоянства плотности теплового потока, температур, скорости на каждой поверхности ограждений и поверхностей контейнеров с продукцией на основе исходного состояния конструкций ограждений камер и геометрии контейнеров.

Условия обтекания каждой ячейки определяются общей картиной воздухораспределения во всем объеме камеры при наличии газодинамического и теплового воздействий со стороны приборов охлаждения, теплового воздействия от стеновых ограждений и поверхности груза. Объемный расход воздуха, количество вентиляторов и общее число воздухоохладителей в общем случае могут быть как оптимизационными параметрами, так и задаваться в ходе проектных исследований (рис.2).

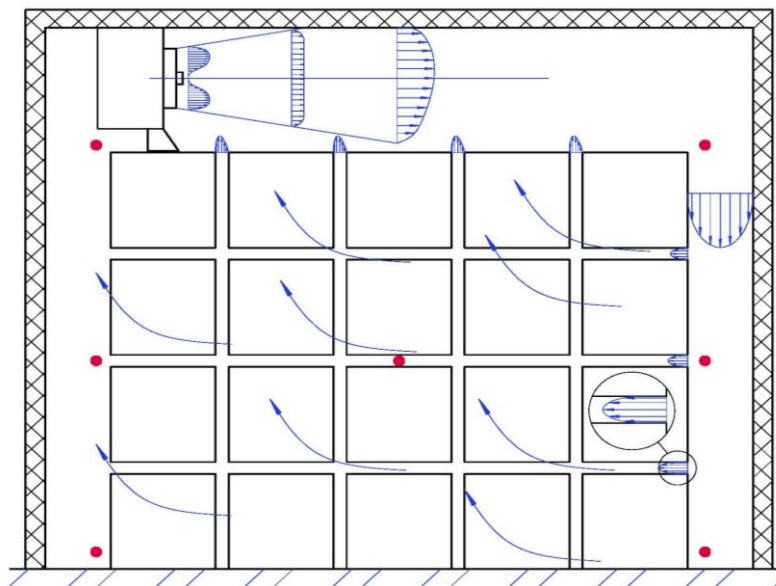


Рис.2. Система воздухораспределения в объеме камеры (Разрез А-А, см. рис.1)

Сделана попытка описания тепломассообмена в слое фруктов контейнеров с помощью ячеистой модели при преимущественном влиянии конвекции. Использование указанной модели позволяет приближенно описать поле скоростей, температур и концентрации газов как в объеме контейнеров, так и на ограничивающих поверхностях. Начальные и граничные условия для каждого контейнера формируются с помощью предварительного расчета распределения парогазовой смеси в стесненном пространстве между условно «непроницаемыми поверхностями» ограничивающими объемы контейнеров.

Совершенствование методик расчета бесканальных систем охлаждения, использование современных вычислительных средств для моделирования аэродинамических процессов происходящих в камерах хранения позволят находить оптимальное техническое решение при проектировании новых и модернизации существующих предприятий.

Для проверки модели на адекватность предполагается провести серию газоаналитических испытаний камер.

Для понимания картины воздухораспределения в холодильной камере необходимо выяснить численное значение ряда параметров бесканальной системы охлаждения объектов.

Предполагается измерять температуру и скорость воздуха:

- в прямом и обратном потоке;
- между штабелями с продукцией и в пространстве стеллажей;
- на входе в воздухоохладитель;
- на выходе воздухоохладителя вдоль всей струи воздуха.

Контрольные точки измерения температуры, влажности, скорости и концентрации воздуха в объеме камеры показаны на рисунке 1, 2.

Экспериментальные исследования проводится с помощью контрольно-измерительных приборов (таблица 1).

Таблица 1

Перечень контрольно-измерительных приборов

№	Измеряемый параметр	Наименование прибора
1	Температура, влажность	Многоканальный измеритель ОВЕН ТРМ 138; Регистратор температуры и влажности "Ibutton" марки DS1923; измеритель температуры и влажности с комплектом измерительных щупов Ronronic HygroLog NT.
2	Скорость воздуха	Микропроцессорный термоанемометр ТТМ2 фирмы НИЭ
3	Тепловой поток	ИПП-2 фирмы "Практик" фирмы НИЭ
4	Концентрация CO ₂ и O ₂	Газоанализатор "ОКА – 92МТ - O ₂ - CO ₂

Список литературы:

1. А.С. Ильинский, С.Б. Карпов, В.Ю. Пугачев. Сохранение качества и предотвращение развития физиологических заболеваний яблок при хранении в регулируемой атмосфере с минимально допустимыми концентрациями кислорода // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2012, №4. с. 91 – 99.
2. А.С. Ильинский, Е.В. Гладков. Прогрессивная технология хранения фруктов и овощей // Холодильный бизнес, 2008, №9. 26 – 28 с.
3. М.И. Гримитлин. Распределение воздуха в помещениях. «СПб. : АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД», 2004. 319 с.

УДК 621.592

О МЕТОДАХ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ СЖИЖЕНИЯ СМЕСЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ**Е.Т. Петров, А.А. Круглов, П.М. Божко, И.С. Алексеев, А.Ю. Вольнов**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Paul_bo@mail.ru

На сегодняшний день на поставки сжиженного природного газа (СПГ) приходится 30% мировой торговли газом, его экспортом занимается 18 стран, мощности по регазификации имеются в 26 странах. К 2030 году спрос на СПГ вырастет более чем вдвое и достигнет порядка 500 млн т в год. Спрос на СПГ в Европе возрастет почти в 3 раза: с нынешних 47 млн т до 130 млн т в год [1]. Как видно из доклада Энергетического центра Московской школы управления Сколково, СПГ завоевывает место одного из самых востребованных энергоносителей современности. В России существует один действующий завод по производству СПГ – Сахалин-2 на стадии проектирования еще 4.

Известно, что ПГ – это смесь газов, которая не имеет постоянного состава. Каждое месторождение индивидуально. Давление газа, поступающего на завод СПГ, также колеблется от высокого порядка 7-12 МПа (вблизи крупных магистральных газопроводов) до низкого 1-3 МПа в газопроводах низкого давления. Поэтому и подход к формированию схемы должен производиться индивидуально для каждого конкретного случая. Это позволит минимизировать затраты на производство СПГ с получением максимальной прибыли с широким набором выпускаемой продукции.

Вопросу разработки оптимальных схем сжижения природного газа, а также схем рационального разделения природного газа (ПГ) последнее время уделяется большое внимание.

Составы газа различных месторождений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав газа газовых месторождений, об. %

Месторождение	Тип	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	N ₂	CO ₂
Медвежье	газовое месторождение	98,78	0,1	0,02	–	–	1,0	0,1
Шатлыкское		95,58	1,99	0,35	0,1	0,05	0,78	1,15
Вуктыльское	Газоконденсатное месторождение	74,80	7,70	3,90	1,80	6,40	4,30	0,10
Ямбургское		89,67	4,39	1,64	0,74	2,36	0,26	0,94
Ромашкинское	Попутный газ	38,38	19,1	17,8	8,0	6,8	8,0	1,5
Узеньское		50,2	20,2	16,8	7,7	3,0	2,3	–

Из таблицы 1 видно, что состав газа различен. Очевидно, что использование одинакового подхода к переработке газов с различным составом не может быть оправдано. Во многих месторождениях углеводородов Западного Предкавказья в составе газов присутствует до 3,5 % водорода. Нередко в составе газа также присутствуют He, Ar.

Решение задачи оптимального проектирования систем сжижения ПГ сводится:

- к формированию избыточной технологической схемы сжижения ПГ и разделение его на отдельные компоненты;
- формирование упрощенной блок-схемы алгоритма процесса переработки ПГ;
- разработке методов оптимального проектирования (с учетом технико-экономических показателей) отдельных блоков;
- формирование тепловых и материальных балансов производства по переработке ПГ;
- разработка методов оптимального проектирования и эксплуатации, как всего производства, так и отдельных блоков.

Один из вариантов блок-схемы процесса сжижения-разделения ПГ представлен на рис.1

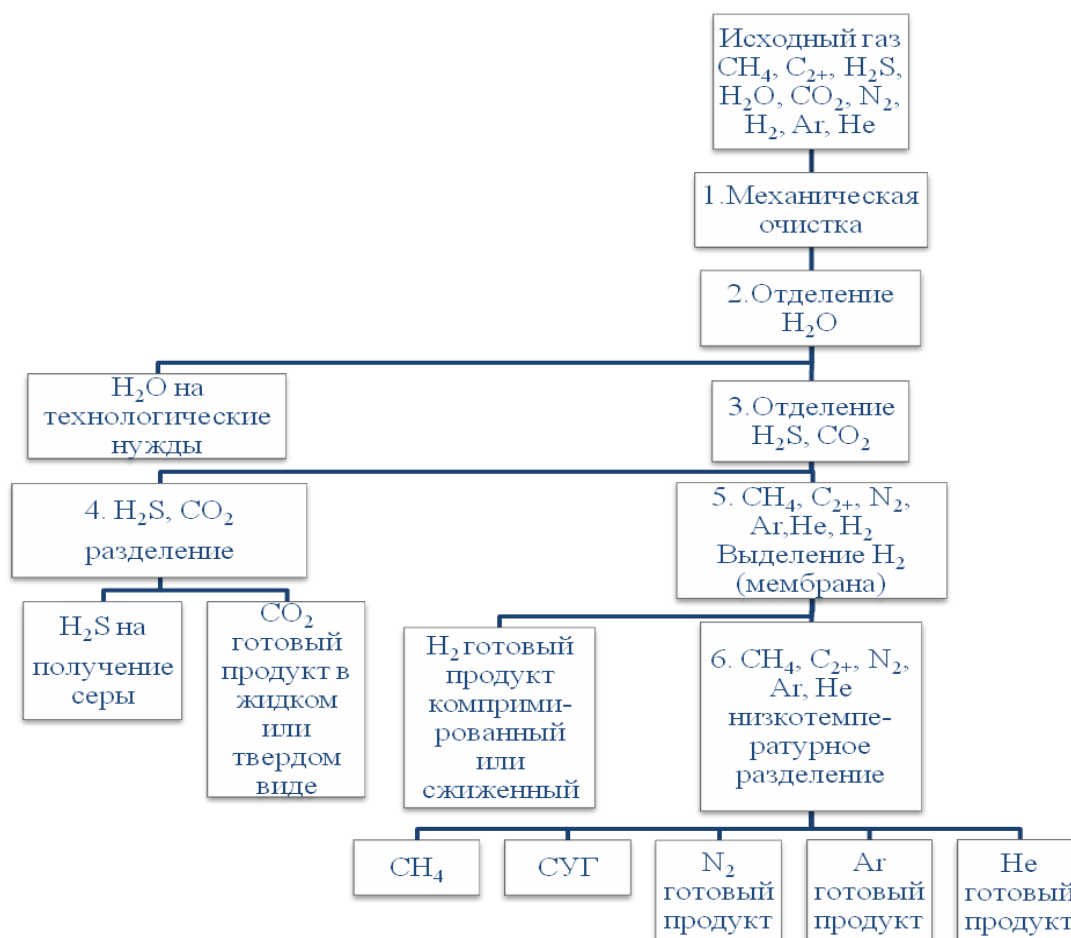


Рис. 1. Алгоритм процесса

Общая схема по своему составу избыточна. Она включает блоки, предназначенные для решения всех возможных комбинаций состава исходного газа и его давления. В случае, когда какой-то блок не требуется, ввиду низкой концентрации или отсутствия какого-то компонента в исходном газе, такой блок исключается из итоговой схемы. Был произведен анализ существующих зарубежных схем, применяемых при переработке ПГ представленных в справочнике [2], а также отечественных технологий [3]. В ходе анализа было сформировано множество основных технологий предпочтительных для использования в схеме сжижения-разделения. А также даны рекомендации по выбору технологий для конкретных значений состава и давления ПГ. Однако, окончательное решение о применении технологии для каждого блока в каждом конкретном случае основывается на общем технико-экономическом анализе.

Следует поэтапно рассмотреть весь алгоритм:

1. На первой стадии газ очищается при помощи фильтров от механических частиц, которые могут оказать негативное воздействие на оборудование.

2. Сушка ПГ. Для осуществления этого этапа используется метод адсорбции жидким поглотителем. В качестве адсорбента в технологии DRIZO применяется гликоль, а в технологии IFPEXOL (ifrex-1) – метанол.

3. Отделение смеси кислых компонентов из состава ПГ (H_2S , CO_2) На этапе отделения кислых компонентов возможно три основных технологических решения:

- Применение процесса AMINE GUARD FS, в основе которого лежит принцип адсорбции. Возможно, также на этом этапе отделить H_2S .

- Применение процесса IFPEXOL (ifrex-2). В процессе также происходит образование побочного потока - углеводородного конденсата. На второй стадии кислые компоненты из охлажденного основного потока также адсорбируются жидким поглотителем.

- Выделение кислых газов на основе мембранных технологий. Рассматривалось применение зарубежных мембран SEPAREX, MEDAL и отечественной мембраны фирмы ГРАСИС.

Все эти мембраны хорошо себя зарекомендовали при работе с газом высокого давления (до 13 МПа). В этом процессе газ поступает в мембранный блок, где основной поток, так называемый пермеат, проходит через мембрану, а задержавшийся – нонпермеат выдается с установки с высоким коэффициентом извлечения. Полученный основной поток, состоящий из CH_4 , C_{2+} , N_2 , Ar , H_2 поступает на дальнейшее разделение.

4. Разделение смеси кислых компонентов на отдельные составляющие.

5. В случае, высокого содержания водорода в исходном газе целесообразно отделять его от основного потока для снижения нагрузки на холодильный контур. Для отделения водорода от основного потока предлагается использовать соответствующую мембрану. Технология компании MEDAL для отделения водорода позволяет отделять медленные углеводородные газы от водорода. Положительным фактором также является тот факт, что не прошедший через мембрану основной поток претерпевает лишь незначительное снижение исходного давления. А прошедший через мембрану водород является готовым продуктом.

6. Основной поток, состоящий из CH_4 , C_{2+} , N_2 , Ar , He поступает на этап низкотемпературной конденсации. Здесь происходит постепенное охлаждение смеси, и параллельно с этим обеспечивается отделение образовавшегося конденсата. Тем самым осуществляется низкотемпературное разделение смеси. В первую очередь происходит отделение (сжиженного углеводородного газа) СУГ, затем получение СПГ и остальных газов.

Формирование общей технологической схемы блока низкотемпературной конденсации базируется на результатах предварительных исследований различных вариантов схемных решений систем холодоснабжения (однопоточные, каскадные и др.).

Расчет технико-экономических показателей требует разработки методов оптимального проектирования многопоточных теплообменников, компрессоров, разветвленных трубопроводов и др.

Для решения данной задачи необходима разработка методов структурно-параметрической оптимизации сложных многоэлементных систем. Основная задача – обеспечение возможности построения единого алгоритма всего процесса проектирования от задания начальных параметров, определения основных составляющих системы и выбора рабочих веществ до подбора вспомогательного оборудования. Актуально применение такого метода не только для создания новых объектов, но и для реконструкции и модернизации уже существующих производств.

В общем случае задача комплексной оптимизации сводится к достижению условия максимизации чистого дисконтированного дохода $\max \text{ЧДД}(H, X, U)$, где H – вектор структурных параметров оптимизируемого производства, X – вектор внутренних параметров и U – вектор параметров управления.

Выбор схемы низкотемпературного сжижения-разделения природного газа – сложная задача, так как существует несколько десятков схем для производства СПГ, которые могут быть использованы для решения задачи низкотемпературной конденсации. Актуальность задачи оптимального проектирования заключается поэтому, не только в выборе схем, но и в определении оптимальных технологических и конструктивных параметров всей системы. Данная работа является попыткой решить указанную задачу с использованием предложенных методов оптимального проектирования и управления.

Список литературы

1. Григорий Выгон, Мария Белова. Развитие мирового рынка СПГ: вызовы и возможности для России. [электронный ресурс] // URL: http://energy.skolkovo.ru/upload/medialibrary/07c/SEneC_Global_LNG.pdf
2. Нефтегазовые технологии. М.: Топливо и энергетика, №9 сентябрь 2006.
3. Берлин М.А., Гореченков В.Г., Волков Н.П. Переработка нефтяных и природных газов. М.: Химия, 1981. 472с.

УДК 621.565; 62 – 146: 65.011.4.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Ю.Д. Румянцев

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

yurumyantzev@yandex.ru

Повышение эффективности работы промышленных многоступенчатых холодильных установок является необходимым условием их развития. В настоящее время основой эффективности работы промышленных объектов являются энергоэффективность и энергосбережение, поэтому решение этих задач регулируется государственными нормативными актами и техническими регламентами [1]. На предприятиях, использующих низкотемпературные технологии, энергозатраты на их реализацию составляют обычно не менее 50 % от общего энергопотребления. Поэтому сокращение энергопотребления и потерь энергии в холодильном оборудовании и процессах является актуальным. Учитывая рекомендации, содержащиеся в [1], можно отметить следующее.

Планирование энергоэффективности и энергосбережения включает этапы: определение общей энергоемкости производственного комплекса; формирование энергетически идеальной технологии и установление возможного уровня энергосбережения производства; разработку термодинамической модели, обеспечивающей предельно возможную энергоэффективность; установление критерия энергоэффективности производства; определение потенциала резерва энергосбережения; определение характеристик холодильных установок в границах производственного комплекса.

Эффективность работы холодильных установок зависит и от других их характеристик, например, экологичности и надежности.

Экологичность холодильных установок предполагает проведение мероприятий, снижающих их опасность для окружающей среды. Для обеспечения соответствия холодильных установок экологическим требованиям необходимо решить комплекс взаимосвязанных задач: регламентировать экологически безопасное размещение и строительство объектов, определить допустимую техногенную нагрузку на территории, установить контроль и регламент материально-энергетических потоков производства техногенных выбросов побочных продуктов; создание ресурсосберегающих и малоотходных технологий, экологически чистых материалов и продуктов производства; разработка средств регламентации этих воздействий и защиты от них окружающей среды.

Надежность промышленных холодильных установок обычно связана и с безопасностью их работы. Поэтому в нормативной документации по менеджменту надежности содержатся указания по обеспечению и повышению надежности на всех стадиях жизни холодильных установок: от стадии концепции и определения до стадии распоряжения. Классическими методами обеспечения и повышения надежности в общем случае являются материаловедческие, конструкторско-технологические и организационные.

Существуют различные виды многоступенчатых холодильных установок. Но с учетом выполнения указанных выше требований перспективным видом являются компаундные холодильные установки, которые имеют высокие эксплуатационные и экономические показатели [2]. Эффективность их работы может быть повышена за счет энергосбережения и повышения энергетической эффективности, увеличения уровня экологичности и надежности.

Повышение уровня надежности достигается вследствие уменьшения количества оборудования: двухступенчатых компрессорных агрегатов, промежуточных сосудов или теплообменников, дренажного ресивера с дренажными трубопроводами, линейного ресивера, а также длины трубопроводов, количества арматуры, упрощения системы автоматизации [3]. Конечно, надежность можно дополнительно повысить резервированием и сокращением времени восстановления работоспособности.

Экологичность установок достигается уменьшением непосредственного воздействия на окружающую среду выбросами хладагента и других эксплуатационных материалов, а также косвенным воздействием, так как уменьшается ресурсоемкость и отходность холодильных установок.

Для оценки энергопотребления и потерь энергии холодильных установок в целом и отдельных элементов целесообразно использовать эксергетический анализ.

Рассмотрим результаты эксергетического расчета двух вариантов аммиачной промышленной компаундной холодильной установки, поддерживающей три температуры кипения хладагента, при заданных тепловых нагрузках, температуре конденсации, разностях температур теплообмениваемых сред и отдельных сред в конденсаторах и воздухоохладителях, представленных на рис. 1. Варианты установки содержат однотипное оборудование: винтовые компрессорные агрегаты, кожухотрубные конденсаторы, герметичные насосы хладагента, воздухоохладители и др. Варианты отличаются только организацией процессов сжатия и дросселирования хладагента: первый вариант с параллельным сжатием ступеней низкого давления и параллельным дросселированием, а второй с последовательным сжатием и последовательным дросселированием хладагента.

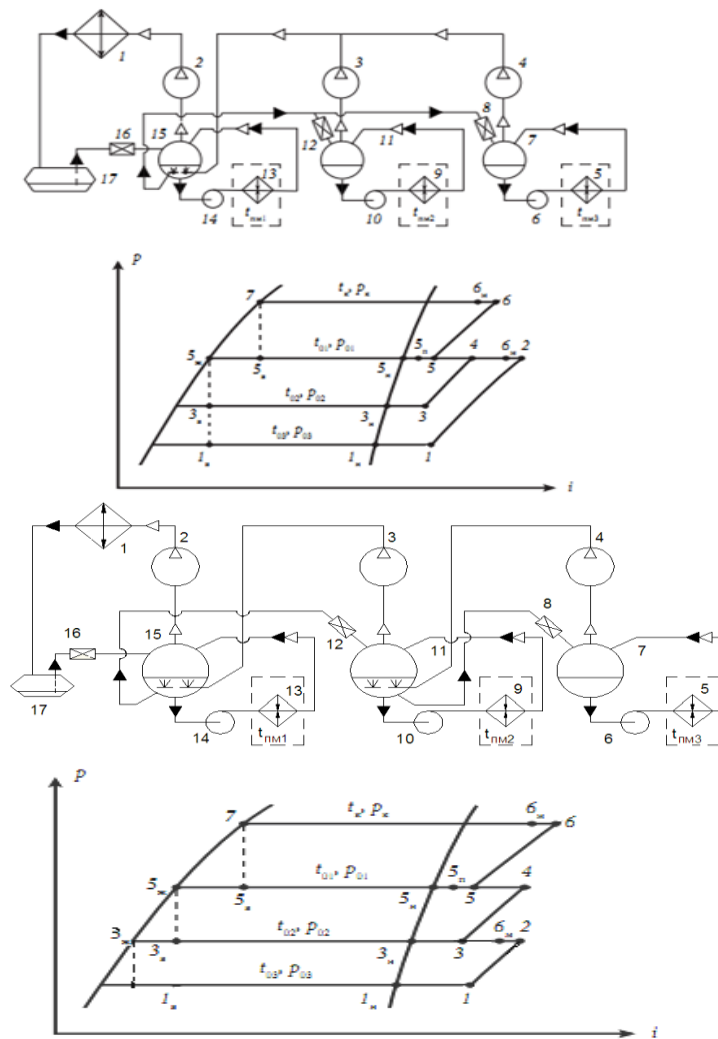


Рис. 1. Функциональные схемы и термодинамические циклы работы компаундных холодильных установок: с параллельным сжатием ступеней низкого давления и параллельным дросселированием; с последовательным сжатием и дросселированием хладагента:

1 – конденсатор; 2 – компрессор, поддерживающий температуру t_{01} ; 3 – компрессор, поддерживающий температуру t_{02} ; 4 – компрессор, поддерживающий температуру t_{03} ; 5, 9 и 13 – помещения, охлаждаемые воздухоохладителями; 6, 10 и 14 – насосы для циркуляции хладагента; 7, (11) – циркуляционные ресиверы; 8, 12 и 16 – регулирующие вентили; (11), 15 – компаундные ресиверы; 17 – линейный ресивер

Для упрощения задачи некоторые элементы холодильной установки, например, подсистемы обратного водоснабжения, охлаждения масла винтовых компрессоров не рассматривались. Также не учитывались потери эксергии, связанные с гидравлическим сопротивлением элементов уста-

новки, потерей хладагента и теплообменом поверхности элементов установки с окружающей средой.

Схема удельных потоков эксергии в рассматриваемых вариантах показана на рис. 2.

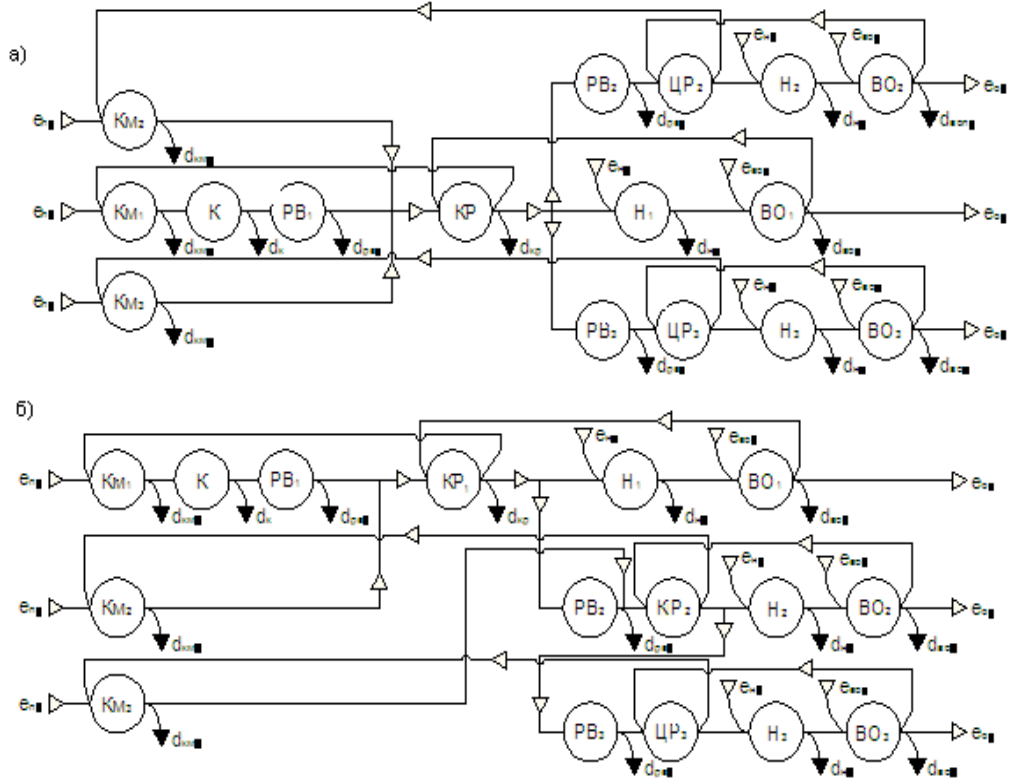


Рис. 2. Схема удельных потоков эксергии вариантов компаундной холодильной установки с указанием подвода e_{ni} , потери d_i и отвода e_{oi} в i -х элементах: компрессорах KM_i , конденсаторе K , компаундных ресиверах KP_i , регулирующих вентилях PB_i , циркуляционном ресивере $ЦР$, насосах H_i , воздухоохладителях BO_i .

В результате эксергетического расчета вариантов компаундной холодильной установки установлено следующее.

Эксергетический КПД вариантов а и б составляет 57, 63 и 60,93 %. Эксергетический КПД в варианте б несколько больше вследствие уменьшения потерь при сжатии и дросселировании хладагента.

Анализ результатов эксергетического расчета показывает, что самые относительно большие потери эксергии происходят в компрессорных агрегатах, затем следуют в порядке уменьшения потери в воздухоохладителях, конденсаторах и т. д. Здесь относительно большие потери эксергии в винтовых компрессорных агрегатах получены потому, что они имеют наибольшую массовую подачу хладагента, работают в наиболее напряженном режиме, охлаждаются маслом, а тепло от масла отводится к окружающей среде.

Доли удельных потерь эксергии распределяются в вариантах а и б так: в компрессорных агрегатах 60,21 % (в том числе KM_1 27,04, KM_2 11,93 и KM_3 20,84) и 20,37 % (в том числе KM_1 12,29, KM_2 5,34 и KM_3 2,74); воздухоохладителях 23,64 и 10,59 %; конденсаторах 6,03 и 2,70 %; регулирующих вентилях 5,61 и 2,4 %; в компаундных ресиверах от 3,99 и 3,38 % (в том числе KP_1 0,9 и KP_2 2,5).

Следовательно, изменение структуры компаундной холодильной установки позволяет несколько повысить энергетическую эффективность, но потери в элементах и холодильной установке в целом велики. Поэтому есть большой потенциал для повышения эффективности такой установки.

Таким образом, для повышения эффективности работы холодильных установок необходимо проанализировать их энергетические, экологические характеристики и характеристики надежности.

Список литературы:

1. Рукавишников А.М., Шавель А.П. Энергоэффективность – настоящее и будущее холодильного дела // Холодильный бизнес. 2012, № 8. с. 12 – 15.
2. Румянцев Ю.Д. Эффективность компаундных схем холодильных установок // Холодильная техника. 1988. № 4. с. 16–20.
3. Румянцев Ю.Д. Определение надежности холодильных установок при проектировании // Холодильная техника. 1986, № 9. с. 31 – 33.

УДК 621.565;62-146:536.7

**ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПАУНДНЫХ
ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК****Ю.Д. Румянцев, А.М. Емельянов**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

yurumyantzev@yandex.ru

Компаундные холодильные установки имеют высокие эксплуатационные и экономические показатели [1, 2]. Эффективность их работы может быть повышена за счет уменьшения энергетических потерь, выявить которые можно с помощью эксергетического анализа, позволяющего учесть количество и качество передаваемой энергии [3].

Эксергетический анализ выполняют на основе эксергетического баланса, который для компаундной холодильной установки (рис. 1) включает следующие составляющие:

$$E_{п1} + E_{п2} + E_{п3} = E_{о1} + E_{о2} + E_{о3} + \sum D_i, \quad (1)$$

где $E_{п1}$, $E_{п2}$ и $E_{п3}$ – эксергии, подведенные к испарительным подсистемам с температурами соответственно t_{01} , t_{02} и t_{03} ; $E_{о1}$, $E_{о2}$ и $E_{о3}$ – эксергии, отведенные от тех же испарительных подсистем; $\sum D_i$ – сумма потерь эксергии в i -х элементах подсистем.

Эксергия, подведенная к испарительной подсистеме, представляет собой электрическую мощность $N_{п.э}$, потребляемую приводом компрессора, насоса и вентилятора, а также тепловой поток, отведенный от хладагента при температуре гораздо ниже температуры окружающей среды T_0 .

Эксергия, отведенная от испарительной подсистемы, или эксергетическая холодопроизводительность, находится по формуле

$$E_{оi} = Q_{пi}(T_0 / T_{0i} - 1). \quad (2)$$

Потери эксергии в традиционно применяемых элементах и процессах холодильных установок определяются по известным зависимостям [3], а компаундный ресивер следует рассмотреть подробнее.

Потери эксергии в компаундном ресивере происходят вследствие: теплообмена при конечной разности температур

$$D_{к.р.т} = Q_6(T_0 / T_{01} - T_0 / T_{6.ср}); \quad (3)$$

гидравлического сопротивления барботированию пара

$$D_{к.р.б} = v_{6.ср} \Delta P_6 (m_3 / \eta_3 + m_2 / \eta_2); \quad (4)$$

смешения

$$D_{к.р.см} = (m_3 + m_2 + m_n) e_{62} + m_{1.1} x_{5в} e_5 + m_{1.1} e_5 - m_1 e_{5п}, \quad (5)$$

где Q_6 – тепловой поток при барботаже, равный

$$Q_6 = m_3(i_2 - i_{62}) + m_2(i_4 - i_{62});$$

m_1 , m_2 , m_3 – массовые подачи хладагента компрессорами, поддерживающими температуры t_{01} , t_{02} , t_{03} ; $m_{1.1}$ – массовый поток хладагента в испарительной подсистеме с температурой t_{01} ; m_n – массовый поток, выкипающий в процессе теплообмена [1, рис.1]; i_1 , i_4 – энтальпии хладагента, посту-

пающего в барботер [1, рис. 1]; i_{62} – энтальпия хладагента после барботажа [1]; T_{01} – температура кипения в компаундном ресивере; T_6 – средняя температура барботирующего хладагента; v_6 – удельный объем барботирующего хладагента при температуре T_6 ; η_2, η_3 – эксергетические КПД компрессорных агрегатов, поддерживающих температуры t_{02} и t_{03} ; ΔP_6 – гидравлическое сопротивление барботированию, равное

$$\Delta P_6 = \Delta P_{6,с} + \Delta P_{6,н} + \Delta P_{6,см};$$

$\Delta P_{6,с}$ – гидравлическое сопротивление "сухого" барботера, равное

$$\Delta P_{6,н} = \xi w_{от}^2 / (2v_6),$$

ξ – коэффициент местного сопротивления, равный $\xi = 1,4$; $w_{от}$ – скорость движения пара в отверстиях барботера; $\Delta P_{6,н}$ – гидравлическое сопротивление, обусловленное силой поверхностного натяжения на границе раздела фаз при выходе пара из отверстий, равное

$$\Delta P_{6,н} = 4\sigma / (1,3d_{от} + 0,08d_{от}^2),$$

σ – сила поверхностного натяжения; $d_{от}$ – диаметр отверстий барботера; $\Delta P_с = \rho_6 g H_6$ – гидравлическое сопротивление, обусловленное высотой барботажного слоя; ρ_6 – плотность барботажного слоя [1]; g – ускорение свободного падения; H_6 – высота барботажного слоя [1, рис. 2]; $e_{62}, e_{5''}, e_{5'''}, e_{5п}$ – удельная эксергия массового потока хладагента в характерных точках (подстрочный индекс) цикла [1]; $x_{5в}$ – степень сухости пара, образующегося при дросселировании хладагента [1, рис. 1].

Данная методика использована для эксергетического анализа компаундной холодильной установки, представленной на рис. 1.

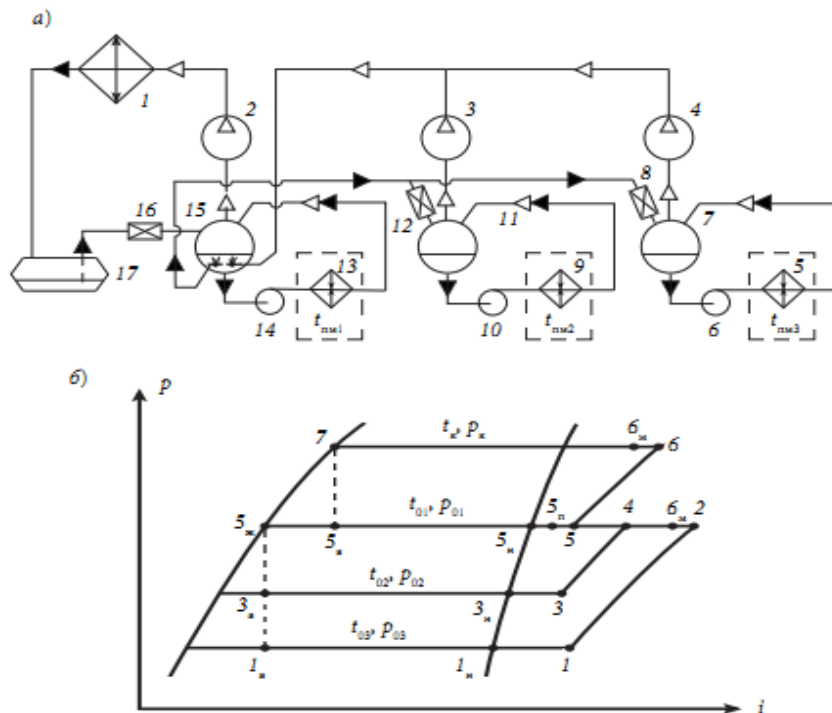


Рис. 1. Функциональная схема (а) и термодинамические циклы (б) работы компаундной холодильной установки:

1 – конденсатор; 2, 3, 4 – компрессоры, поддерживающие температуры кипения соответственно t_{01}, t_{02}, t_{03} ; 5, 9, 13 – охлаждаемые помещения с температурами соответственно $t_{пм3}, t_{пм2}, t_{пм1}$; 6, 10, 14 – насосы подсистем с температурами соответственно t_{03}, t_{02}, t_{01} ; 7, 11 – циркуляционные ресиверы подсистем с температурами соответственно t_{03}, t_{02}, t_{01} ; 8, 12, 16 – регулирующие вентили подсистем с температурами соответственно t_{03}, t_{02}, t_{01} ; 15 – компаундный ресивер; 17 – линейный ресивер.

Исходными были приняты следующие данные: температуры кипения $t_{o1} = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{o2} = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{o3} = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и конденсации $t_k = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$; тепловая нагрузка испарительных подсистем соответственно $Q_{T1} = 560\text{ кВт}$, $Q_{T2} = 320\text{ кВт}$, $Q_{T3} = 1330\text{ кВт}$; зависимости $N_{п.э} = f_1(t_o, t_k)$ для винтовых компрессорных агрегатов и параметры окружающей среды $t_{o.c} = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $p_{o.c} = 0,1\text{ МПа}$.

Построены термодинамические циклы, найдены параметры хладагента в характерных точках циклов и характеристики компаундного ресивера по методике, приведенной в [1], рассчитаны значения потоков эксергии в элементах холодильной установки.

Для упрощения задачи некоторые элементы холодильной установки, например, подсистема обратного водоснабжения, не рассматривались. Также не учитывались потери эксергии, связанные с гидравлическим сопротивлением элементов холодильной установки и теплообменом поверхности элементов установки с окружающей средой.

Схема удельных потоков эксергии в холодильной установке представлена на рис. 2.

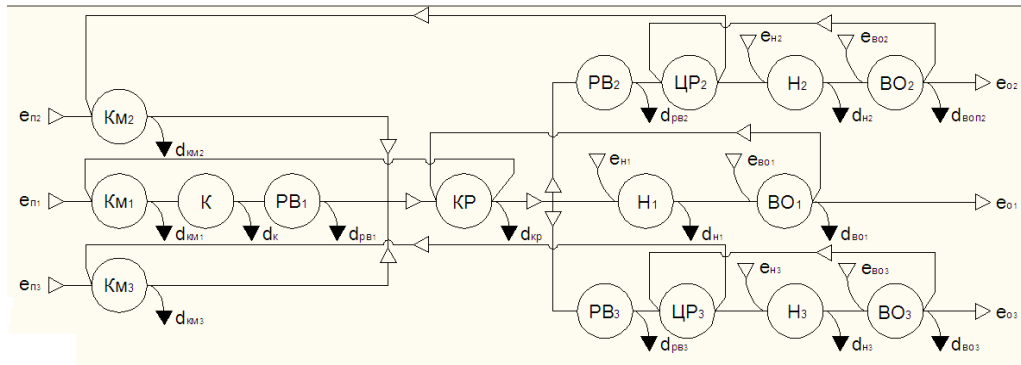


Рис. 2. Схема удельных потоков эксергии (с указанием подвода $e_{пi}$, потери d_i и отвода e_{oi}) в i -х элементах компаундной холодильной установки:

компрессорах $КМ_i$, конденсаторе $К$, компаундном ресивере $КР$, регулирующих вентилях $РВ_i$, циркуляционных ресиверах $ЦР_i$, насосах $Н_i$, воздухоохладителях $ВО_i$.

Анализ результатов эксергетического расчета показывает, что наибольшие относительные потери эксергии имеют место в компрессорных агрегатах $КМ_1$ 11,63%, так как они имеют наибольшую массовую подачу и наиболее напряженные условия работы. Вторые по значению потери эксергии имеют компрессорные агрегаты $КМ_3$ 8,83%, что связано с поддержанием ими самой низкой температуры кипения при наибольшей тепловой нагрузке Q_{T3} . Относительно большие потери эксергии в воздухоохладителях $ВО_3$ 3,8% связаны с отводом самой большой тепловой нагрузки Q_{T3} . Потери эксергии в компаундном ресивере $КР$ значительны 1,69% в основном вследствие теплообмена между горячим паром хладагента, температура которого существенно выше $T_{o.c}$.

Структура потерь эксергии в компаундном ресивере такова: наибольшая потеря связана с теплообменом (78,32%), затем идет потеря при смешении (21,37%) и потеря вследствие гидравлического сопротивления (0,31%). Увеличение высоты барботажного слоя в два раза и скорости движения пара в отверстиях барботера до 6 м/с приводит к возрастанию доли до 0,7%, но практически не влияет на суммарные потери эксергии в компаундном ресивере.

Таким образом, по зависимостям (1) – (5) можно определить потоки эксергии в элементах компаундной холодильной установки. Анализ изменения значений эксергии дает возможность выявить потери эксергии как в отдельных элементах, так и в холодильной установке в целом, и наметить пути повышения эффективности работы холодильной установки.

Список литературы:

1. Румянцев Ю.Д. Методика расчета компаундного ресивера // Холодильная техника. 1990, № 3. с. 43–46.
2. Румянцев Ю.Д., Молтусинов Д.Н. Методика расчета компаундных холодильных установок // Холодильная техника, 2003, № 6. с. 8–9.
3. Бродянский В.М., Фротшер Е., Михалек К. Эсергетический метод и его приложения. М.: Энергоиздат, 1988. 296 с.

УДК 621.574.013-932.2

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗВИТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕПЛООБМЕНА В АБСОРБИЦИОННЫХ БРОМИСТОЛИТИЕВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ТЕПЛОТЫ (АБПТ)¹

К.И. Степанов¹, О.В. Волкова²

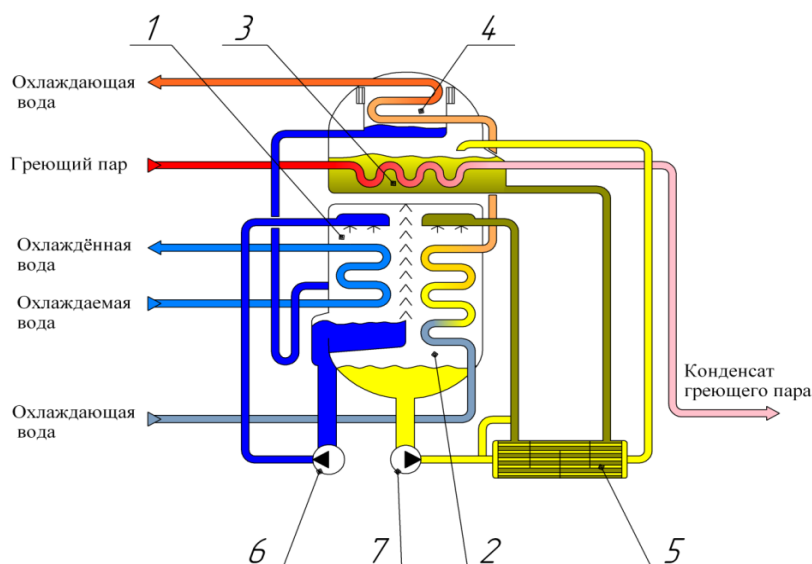
1 – Институт теплофизики имени С.С. Кутателадзе Сибирское отделение РАН, г. Новосибирск, Россия

2 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

stepanov_ki@mail.ru

Абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты (АБПТ), такие как холодильные машины (АБХМ) и тепловые насосы (АБТН) широко распространены в России и за рубежом, поскольку данная техника является очень перспективной в плане энергосбережения и охраны окружающей среды.

На рис. 1 схематично изображены основные аппараты агрегаты АБПТ на примере АБХМ с одноступенчатой регенерацией раствора и паровым обогревом генератора.



1 – испаритель; 2 – абсорбер; 3 – генератор; 4 – конденсатор;

5 – теплообменник; 6 – насос хладагента; 7 – насос растворный

Рис. 1. Схема принципиальная АБХМ с паровым обогревом

В условиях острой конкуренции производителей АБПТ, постоянно возрастающих цен на материалы и раствор бромистого лития основным направлением совершенствования данной техники является снижение массогабаритных характеристик оборудования и, соответственно, его цены.

Существует два основных пути решения этой задачи, одному из которых посвящена данная статья:

- Химический (поверхностно-активные вещества (ПАВ) для интенсификации теплообмена, ингибиторы коррозии для применения менее дорогостоящих конструкционных материалов и prolongation срока службы оборудования);
- Конструкционный (выгодное расположение и форма трубных пучков и оросительных устройств для оптимального смачивания поверхностей теплообмена, развитые поверхности теплообмена (рис. 2)) [1,2,4].

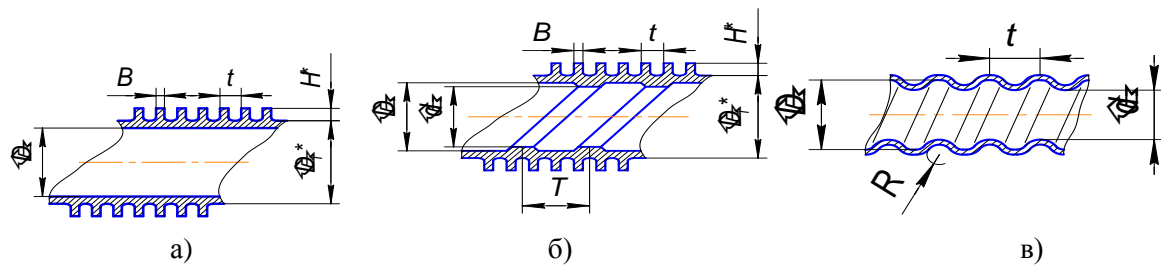


Рис. 2. Принципиальные технические решения для теплообменных труб испарителя, абсорбера и генератора (а) – (б) и конденсатора (в)

На рис. 3 показаны сравнительные результаты многолетней работы научных коллективов СПбГУНиПТ, г. Санкт-Петербург, ИТ СО РАН им. С.С. Кутателадзе и ООО «ОКБ Теплосибмаш», г. Новосибирск.

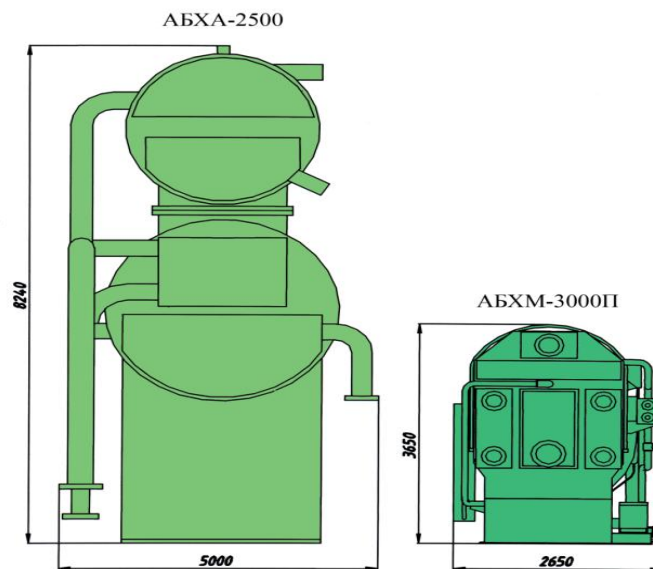


Рис. 3. Сравнительные размеры АБХМ российского производства разных лет (слева – выпускаемые с 1964 по 1991 гг., справа – с 2000 г. по н.в.)

Путем внедрения новых конструкционных материалов теплообменных труб, таких как нержавеющие стали и медно-никелевые сплавы, удельная металлоёмкость оборудования уменьшилась в разы. Было сокращено также и количество заправляемого раствора.

В настоящее время в отечественных АБХМ сложные поверхности теплообмена применяются только в конденсаторе (рис. 2в), что существенно увеличивает коэффициенты теплоотдачи как с внутренней, так и с наружной стороны труб, а также уменьшает скорость отложений солей жесткости оборотной воды [3].

Как правило, в современных АБПТ генератор является затопленным, соответственно, уменьшение количества теплообменных труб позволяет:

- уменьшить количество заправляемого раствора в машину;
- интенсифицировать теплообмен, поскольку коэффициент теплоотдачи на одиночной гладкой трубе при кипении раствора бромистого лития в большом объеме пропорционален удельному тепловому потоку [5]:

$$\alpha \sim q_F^n, \quad (1)$$

где α – коэффициент теплоотдачи при кипении;

q^F – удельный тепловой поток, Вт/м²;

n – коэффициент, зависящий от давления и концентрации раствора.

В настоящее время российские АБПТ несколько уступают зарубежным по таким показателям, как удельная металлоёмкость и габаритные размеры в среднем на 15-30 %. А в случае отдельно взятых аппаратов – до 2 раз (рис. 4).

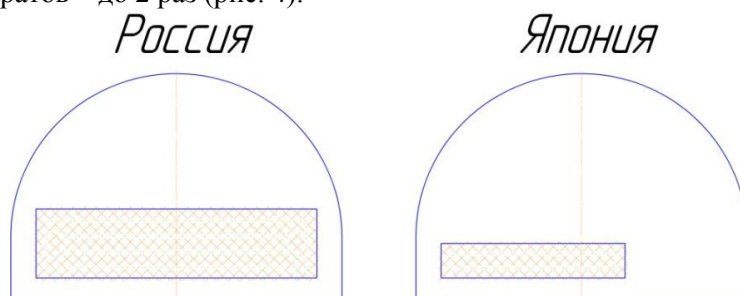


Рис. 4. Относительные размеры камер генераторов АБПТ российского производства и производства Японии

Это различие объясняется тем, что в генераторах (десорберах) зарубежных машин используются оребрённые трубки.

Выбор конфигурации ребра играет важную роль, поскольку это определяет физику процесса.

Расстояние между ребрами является важнейшим геометрическим параметром, влияющим на закономерности теплоотдачи при кипении [6]. Оптимальное расстояние между ребрами:

$$b \cong 0,2 \cdot l_{\sigma}, \quad (2)$$

где l_{σ} – капиллярная постоянная, м:

$$l_{\sigma} = \sqrt{\frac{\sigma}{g \cdot (\rho' - \rho'')}} , \quad (3)$$

где σ – поверхностное натяжение, Н/м;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$\rho' - \rho''$ – плотности жидкости и пара, кг/м³.

Выводы:

Оребрение поверхности является хорошо известным и проверенным способом интенсификации теплообмена при кипении. В области малых тепловых потоков коэффициент теплопередачи может быть увеличен до 2-х раз при кипении воды и раствора бромистого лития и до 5 раз при кипении органических жидкостей.

Производство АБПТ с развитыми поверхностями теплообмена можно считать экономически выгодным в том случае, если стоимость оребрённой трубы не будет превышать стоимость гладкой более чем в 2 раза, что в условиях серийного производства и дорожающих конструкционных материалов и раствора бромидов лития вполне достижимо [2].

Список литературы:

1. Carrier-Sanyo. Absorption Chiller SERVICE TRAINING BOOK.
2. Kevin A. GOODHEART Low Firing Temperature Absorption Chiller System, DECEMBER, 2000
3. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Копп И.З., Мякочин А.С. Эффективные поверхности теплообмена. М.: Энергоатомиздат, 1998.
4. Wang C., Zhen Lu, and Zhou J. "Enhancement of Heat and Mass Transfer in Lithium Bromide Falling Film Generator." Proceedings of the International Sorption Heat Pump Conference, Munich, Germany, 301-305.
5. Чернобыльский И.И., Кремнев О.А., Чавдаров А. Теплоиспользующие установки для кондиционирования воздуха. – Киев: Машгиз, 1958. 267 с.
6. Гогонин И.И. Силкачев А.Е. Теплообмен и критические тепловые потоки при кипении на оребренных поверхностях. Теплофизика высоких температур, 1991, т. 29, №69, с. 1127.

¹ Данная работа проведена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013гг. Мероприятие 1.2.1., лот 4, соглашение №8081 от 20 Июля 2012 г

УДК 565.621

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕПЛОПРИТОКОВ В КУЗОВ ХОЛОДИЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ

А.Я. Эглит, Ю.Г. Стешина

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

yuliya-st-90@mail.ru

В настоящее время тепловая нагрузка на систему холодоснабжения автотранспорта определяется по методике, изложенной в энциклопедическом справочнике «Холодильная техника». Расчет всех теплопритоков проводится по зависимостям стационарного режима, в то время как эксплуатация особенно внутригородского транспорта характеризуется резкими изменениями тепловой нагрузки.

Действующая методика содержит ряд некомментируемых положений. Так, для расчета теплопритоков от продукта и охлаждения конструкции кузова предлагается использовать некий период времени без какого-либо указания на его длительность. Характерно, что завершается методика рекомендацией увеличить в несколько раз.

В своей работе я предлагаю методику расчета наиболее динамичного охлаждения кузова, основанную на зависимостях нестационарного режима. В первом издании учебного пособия Е.С.Курылёва, Н.А. Герасимова «Примеры, расчеты и лабораторные работы по холодильным установкам» приведена методика расчета тепловой нагрузки на холодильное оборудование термокамеры при вводе её в режим. Эта методика базируется на методе регулярного режима Г.М. Кондратьева. При ее использовании приняты следующие допущения:

1) Тепловая изоляция камеры считается состоящей из пластин бесконечной длины, но конечной толщины.

2) Пренебрегается термическим сопротивлением с обеих сторон ограждения, что позволяет принимать в любой момент времени температуру на наружной поверхности ограждения камеры равной температуре наружного воздуха, а на внутренней поверхности-температуре воздуха в камере.

3) Принимается параболический закон распределения температуры в сечении плоской стенки, теплоизоляционной пластины, причем предполагается парабола второго порядка (показатель степени $n=2$).

Анализ влияния внешних факторов.

Для проведения исследований объектом являлся холодильный автомобиль марки МАЗ, габаритные размеры $7,85 \times 2,5 \times 2,47$ и вместимостью $V = 44,1 \text{ м}^3$.

Технические условия эксплуатации согласно «Правилам АТР Еuroре» класс С. Загрузка – стандартные паллеты. Климатические условия Российской Федерации. Электроснабжение холодильной установки от двигателя автомобиля. Я провела исследования зависимости тепловой нагрузки от времени охлаждения кузова, конструкция которого включает внутреннюю обшивку в виде стального листа толщиной 1 мм и слой теплоизоляции из ППУ толщиной 100 мм. При наружной температуре $30 \text{ }^\circ\text{C}$ и внутренней температуре $-20 \text{ }^\circ\text{C}$. Следующая группа расчетов приведена для варианта использования в качестве теплоизоляционного материала минеральной ваты толщиной слоя 100мм.

Одним из альтернативных вариантов внутренней обшивки может быть лист алюминия толщиной 0,8 мм.

Также, в современных условиях, ещё одним возможным материалом обшивки может служить пластик.

Ещё одним внешним фактором является температура наружной среды. Очевидно, что при повышении наружной температуры, тепловая нагрузка на систему тоже повышается.

Анализ влияния внутренних факторов.

Исследование влияния внутренних факторов на тепловую нагрузку системы холодоснабжения проводилось при значении коэффициента теплоотдачи с поверхности ограждения к воздуху в $5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$.

Я провела исследование влияния коэффициента теплоотдачи при изменении его от 5 до 10 $\text{Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$. На плакате 5 представлен график зависимости тепловой нагрузки от коэффициента теплоотдачи, из графика следует, что влияние коэффициента теплоотдачи незначительно. Исследования проводились для сочетания материалов (Сталь+ППУ, $t_{\text{н}}=30 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{вн}}=-20 \text{ }^\circ\text{C}$).

Вторым внутренним фактором влияния на тепловую нагрузку системы холодоснабжения является температура внутри камеры. Я проводила расчеты для $t_{\text{вн}}=-20 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{вн}}=0 \text{ }^\circ\text{C}$, очевидно, что тепловая нагрузка при $t_{\text{вн}}=-20 \text{ }^\circ\text{C}$ больше, чем при $t_{\text{вн}}=0 \text{ }^\circ\text{C}$ при прочих равных условиях.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Время вывода на режим кузова габаритами $7,85 \times 2,5 \times 2,47$ при технологически требуемой температуре воздуха $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ составляет 2 часа.

2. Максимум тепловой нагрузки приходится через полчаса после включения холодильной установки.

Подбор основного холодильного оборудования.

На основании проведенных исследований, можно утверждать, что максимальная тепловая нагрузка на оборудование авторефрижератора при вводе его в режим имеет место через полчаса после включения компрессора. В этот момент значение температуры воздуха внутри камеры зависит от сочетания внутренних и внешних факторов.

Подбор комплектных холодильных машин-моноблоков произведен для двух вариантов:

1) Материал кузова + тип изоляции: Сталь+ППУ, $\alpha=5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$, $t_{\text{нар}}=30 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{вн}}=-20 \text{ }^\circ\text{C}$.

2) Материал кузова + тип изоляции: Сталь+Мин.вата, $\alpha=5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$, $t_{\text{нар}}=30 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{вн}}=-20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Тепловая нагрузка в первом варианте 8 кВт , во втором 4 кВт температура окружающей среды принята $32 \text{ }^\circ\text{C}$. Подобраны холодильные агрегаты фирмы MaxiPack.

УДК 621.56/59.

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕПЛОПРИТОКА ОТ ПРОДУКТА
В ОВОЩЕХРАНИЛИЩАХ****А.Я. Эглит, М.В. Шаблаев, Ю.А. Шеремето**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Теплопритоки от продукта в низовых плодоовощехранилищах определяется согласно «Рекомендаций по проектированию холодильных установок» по методике, основанной на положениях Гипроторга. Согласно с ними, продукт, поступивший на хранение через сутки должен иметь температуру, равную регламентированной температуре воздуха камеры. Это положение неверно даже для городских хранилищ, куда поступает растительная продукция с температурой не выше 8 °С, и совершенно некорректно для низовых хранилищ, принимающих ее «с поля».

Предлагаемая методика позволяет оценить динамику тепловой нагрузки от дышащего продукта в период загрузки. В основе ее лежит аналитическая зависимость, позволяющая определить среднеобъемную температуру штабеля растительной продукции в любое время с момента загрузки [1]:

$$t_{\text{ср.об.}} = t_{\text{ном}} + (t_{\text{нач}} - t_{\text{ном}}) \cdot A_{\text{ср.об.}} \cdot \exp(-m \cdot \tau), \quad (1)$$

где $t_{\text{ср.об.}}$ - среднеобъемная температура продукта;

$t_{\text{ном}}$ - температура воздуха камеры;

$t_{\text{нач}}$ - начальная среднеобъемная температура продукта;

$A_{\text{ср.об.}}$ - коэффициент для среднеобъемной температуры;

m - темп охлаждения;

τ - продолжительность охлаждения.

Действующая методика исходит из того, что суточное поступление продукции в плодоовощехранилище не должно превышать 10% от ее вместимости. Это положение было использовано в дальнейших расчетах наряду с непрерывностью загрузки камеры от пустой до полной. Разумеется возможны иные варианты первичной загрузки камеры – требуется лишь конкретизировать график и объемы. Рассматривался рекомендуемый вариант штабелирования – четырьмя поддонами в плане и пятью по высоте с отступами по 0,5 м во все четыре стороны. Теплофизические характеристики штабеля растительной продукции следует брать с учетом плотности загрузки и наличия воздушных прослоек [2].

Знание среднеобъемной температуры штабеля после «n» дней пребывания в камере позволяет судить об интенсивности «дыхания» продукции $q_{\text{дых}}$ в данный момент времени. Для оценки плотности теплового потока $q_{\text{конв}}$ от штабеля принято допущение, что она определяется делением разности энтальпий (по среднеобъемной температуре за предыдущий день и в данный момент), деленной на 86400 с. Результаты расчета для хранилища поздних яблок при начальной температуре 25 °С и температуре воздуха камеры 2 °С представлены в таблице 1.

Результаты расчета для хранилища поздних яблок

Сутки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σq , Вт/т
$t_{об}=f(\tau)$	15,0	14,0	13,1	12,3	11,5	10,8	10,1	9,5	9,0	8,4	
$q_{дых}=f(t_{об})$, Вт/т	48,8	44,6	41,0	38,0	35,3	33,1	31,1	29,4	27,9	26,6	355,8
$t_{об}(i)-t_{об}(i+1)$	10,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	
$c^*(t_{об}(i)-t_{об}(i+1))$	3770 2,5	3655, 7	3381, 8	312 8,3	2893, 8	2677, 0	2476, 3	2290, 7	2119,0	196 0,2	
$Q=G^*(c^*(t_{об}(i)-t_{об}(i+1))),$ кВт	5,2	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	
Q на 1т., Вт	436,4	42,3	39,1	36,2	33,5	31,0	28,7	26,5	24,5	22,7	720,9
Σq	485,2	86,9	80,2	74,2	68,8	64,1	59,8	55,9	52,4	49,2	1076, 7

Можно отметить, что в общем теплопритоке от продукции теплота «дыхания» для поздних яблок составляет треть. Для ранних груш его доля увеличивается до 50 %. В тоже время по действующей методике соотношение выглядит следующим образом

$$q_{дых}^{яб} = 0.1q_{нач} + 0.9q_{ном} = 308 \text{ Вт} / \text{т}$$

$$q_{дых}^{гп} = 0.1q_{нач} + 0.9q_{ном} = 726 \text{ Вт} / \text{т}$$

$$q_{конв}^{яб} = (i_{пост} - i_{ном}) / 24 \cdot 3600 = 1041 \text{ Вт} / \text{т}$$

$$q_{конв}^{гп} = (i_{пост} - i_{ном}) / 24 \cdot 3600 = 1492 \text{ Вт} / \text{т}$$

То есть теплота «дыхания» имеет величину, находящуюся в пределах точности расчета теплопритока от охлаждения продукции. Между тем, суммарный теплоприток от продукции для двух методик имеет незначительное расхождение для случая загрузки поздних яблок. Загрузка намного интенсивнее «дышащих» груш при той же начальной температуре показывает заметное расхождение.

Малое значение коэффициента теплоотдачи от поверхности штабеля к воздуху $\alpha = 5 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$ не является причиной снижения роли теплопритока конвекцией в суммарном теплопритоке. Как отмечено в [3], влияние коэффициента теплоотдачи на интенсивность охлаждения штабеля груза находится в пределах точности расчета. Характерно (см. таблицу), что более половины общего теплопритока от десяти штабелей дает последний поступивший в камеру.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Предлагаемая методика позволяет получить реальную картину теплопритоков от продукции в объеме камеры в динамике при любых вариантах загрузки.
2. Теплоприток от «дыхания» продукции играет более значительную роль в тепловой нагрузке на холодильное оборудование плодоовощехранилища, по сравнению с действующей методикой.
3. Учитывая изложенное в п.2 желательно при проектировании конкретного хранилища использовать для оценки теплоты «дыхания» данные по конкретным сортам загружаемого продукта.

Список литературы:

1. Бараненко А.В., Куцакова В.Е., Борзенко Е.И., Фролов С.В. Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов. М.: Колос, 2004. 255с.
2. Шеремето Ю.А. УДК 621.56/59 № специальности ВАК РФ 050403. Название статьи «Теплоприток от «дыхания» растительной продукции»
3. Эглит А.Я., Грязев А.С., Карпухин Г.В. Аналитическое решение уравнения нестационарной теплопроводности "дышащего" штабеля. // В сб.: Холодильные машины и системы низкопотенциальной энергетики. СПб: 1997 – 1998. с.58 – 59.

УДК 621.577; 697.34

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

А.И. Маковская, А.Э. Суслов

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия

sergs53@yandex.ru

Для создания современных предприятий аквакультуры и их стабильного развития необходимо создание новых современных технологий, позволяющих усовершенствовать процессы получения рыбопосадочного материала и товарной рыбы [1]. При функционировании современного предприятия важно снижение энергоемкости производства и сокращение негативного влияния на окружающую среду [2].

Одним из вариантов уменьшения энергозатрат на предприятиях аквакультуры с установками замкнутого обеспечения (УЗВ) является использование новых способов термopодготовки воды, подаваемой в бассейны.

В ходе поиска экономичного способа нагрева воды для УЗВ в Международном центре аквакультуры «Калининградского государственного технического университета», был произведен анализ традиционно используемых и предлагаемых способов термopодготовки воды для рыбоводных бассейнов [3]. Полученные данные показали, что при сложившихся тарифах на энергоносители наиболее оптимальными с экономической точки зрения является использование теплоносителя от газовой котельной или теплонасосной установки (ТНУ) [4]. С учетом зарубежного опыта применения тепловых насосов для теплоснабжения, которые способствуют снижению количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [5], было принято решение о создании экспериментальной теплонасосной установки в составе УЗВ на базе Международного центра аквакультуры.

Запатентованная схема экспериментальной теплонасосной установки [6] представлена на рис.1.

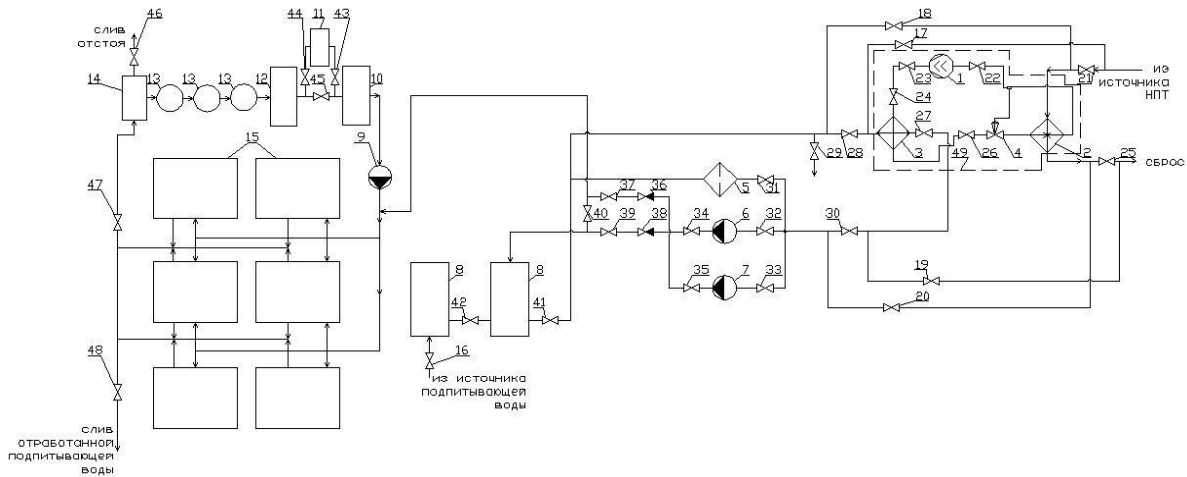
Установка замкнутого водообеспечения состоит из систем подготовки и термopодготовки подпитывающей воды, рыбоводных бассейнов.

Общий объем воды в системе составляет 5,5 т. От 5 до 15% воды в УЗВ ежедневно сбрасывается и пополняется свежей подпитывающей водой, предварительно прошедшей термopодготовку.

Система термopодготовки воды состоит из теплового насоса MSR – J072WLC и циркуляционного водяного контура с баком-аккумулятором.

Источником низкопотенциальной теплоты служит вода из скважины.

Блок терморегуляции дает возможность нагревать и охлаждать подпитывающую воду. Для стабильной работы теплового насоса, водяной контур выполнен таким образом, чтобы осуществлять многократную циркуляцию подпитывающей воды через холодильный контур установки до достижения необходимой температуры для подачи в рыбоводные бассейны. Также конструкция водяного контура позволяет производить переключение установки и из режима «нагрев» в «охлаждение» и наоборот за счет переключения обводных вентилей на тепловом насосе.



1 – компрессор; 2 – испаритель; 3 – конденсатор; 4 – терморегулирующий вентиль; 5 – фильтр механический; 6 – насос водяной циркуляционный; 7 – водяной насос подачи подпитывающей воды в рыбоводные бассейны; 8 – бак-аккумулятор; 9 – насос водяной; 10 – емкость расходная; 11 – оксигенатор; 12 – бактерицидная лампа; 13 – фильтр биологический; 14 – фильтр механический; 15 – рыбоводные бассейны; 16 – запорный вентиль подачи подпитывающей воды; 17-20 – обводные вентили; 21 - запорный вентиль подачи воды от источника низкпотенциальной теплоты; 22-24 – запорные вентили теплового насоса; 25 – запорный вентиль для сброса воды от источника низкпотенциальной теплоты; 26 – запорный вентиль теплового насоса; 27- 48 запорные вентили водяного контура; НПТ – низкпотенциальная теплота.

Рис. 1. Схема УЗВ с теплонасосной установкой для термоподготовки подпитывающей воды

На введенной в эксплуатацию теплонасосной установке были проведены испытания, целью которых являлось определение параметров работы ТНУ.

Подготовка подпитывающей воды перед подачей в бассейны осуществлялась согласно технологии выращивания товарной рыбы в УЗВ. Температура подпитывающей воды из скважины составляла 9°C, из источника НПТ 10°C. Нагрев свежей подпитывающей воды осуществлялся до рабочей температуры в бассейнах для выращивания теплолюбивых пород рыб + 35 °С. Объем подпитывающей воды составил 0,5 м³ в сутки. Эксперименты заканчивали при достижении подпитывающей водой заданной температуры, время нагрева необходимого объема воды составило 35 минут.

В процессе термоподготовки воды определяли следующие параметры работы теплового насоса: температуру всасывания и нагнетания компрессора, температуру хладагента перед терморегулирующим вентилем, температуры воды из источника НПТ до и после испарителя, температуру подпитывающей воды на входе и выходе из конденсатора, давление кипения и конденсации холодильного агента, мощность, потребляемую электродвигателем компрессора.

На основе полученных экспериментальных данных были рассчитаны коэффициенты преобразования теплонасосной установки и холодильные коэффициенты в контрольных точках. Полученные значения представлены на рис. 2.

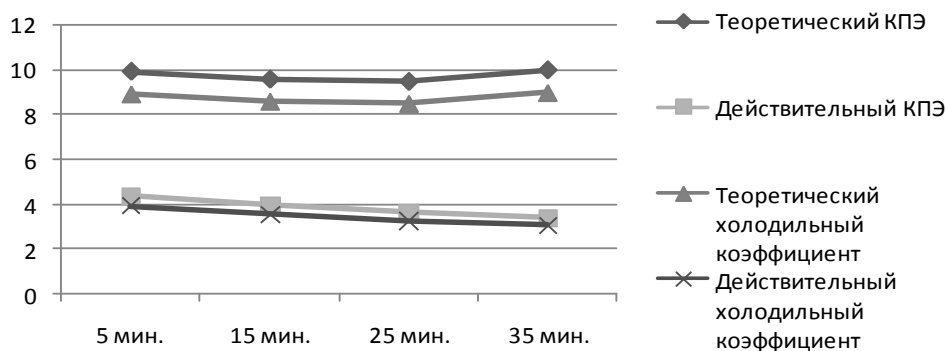


Рис.2. Значения действительного и теоретического коэффициента преобразования и холодильный коэффициент теплового насоса работающего в режиме «нагрев подпитывающей воды»

Полученные значения действительных коэффициентов показали, что с ростом температуры конденсации холодильного агента происходит снижение коэффициента преобразования энергии и холодильного коэффициента. Теоретические значения коэффициентов оказались значительно выше действительных т.к. потребляемая мощность двигателем компрессора теплового насоса оказалась в среднем в 2,5 раза выше расчетной.

Для оценки потерь энергии и выявления элемента установки с наибольшими потерями в процессе работы теплового насоса, был проведен эксергетический анализ по методике предлагаемой Е.Я. Соколовым и В.М. Бродяньским [7].

Было определено, что примерно 50% потерь эксергии приходится на компрессор, а эксергетический КПД теплового насоса составил 29%.

Применение теплового насоса в составе блока терморегуляции УЗВ позволяет организовать работу цеха аквакультуры по полициклической схеме получения товарной рыбы, что увеличивает количество выхода продукции за год, делает возможным получение посадочного материала и товарной рыбы регулярным на протяжении всего года. Подача воды в рыбоводные бассейны с температурой соответствующей технологии разведения снижает риск появления газопузырьковой инфекции у рыбы, возникающий при поступлении воды в бассейны с низкой температурой. Способность теплового насоса работать как на нагрев, так и на охлаждение воды, сокращает количество необходимого технологического оборудования для термоподготовки подпитываемой воды, что снижает себестоимость продукции.

Тепловой насос является перспективным вариантом термоподготовки воды, поскольку позволяет сократить затраты на энергоносители и снизить негативное влияние на окружающую среду. Принятие решения об использовании теплового насоса в составе УЗВ должно приниматься с учетом всех особенностей местности, где находится предприятие аквакультуры и наличия источника низкопотенциальной теплоты.

Список литературы:

1. Стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 года. М.: 2007.
2. Федеральный закон № 261 "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности». М.: 2009.
3. Проскуренко И. В. Замкнутые рыбоводные установки. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 152 с.
4. Маковская А.И., Суслов А.Э., Фатыхов Ю.А. Анализ применения теплонасосной установки на предприятиях аквакультуры // Вестник МАХ. 2011. № 3. С. 14 – 17.
5. Калнинь И.М., Савицкий И.К. Тепловые насосы: вчера, сегодня, завтра // Холодильная техника. 2000. № 10. С. 2 – 6.
6. Суслов А.Э., Маковская А.И., Хрусталева Е.И., Фатыхов Ю.А. Патент РФ на полезную модель 127586 Установка для термоподготовки воды в системе замкнутого водообеспечения разведения рыбы. М.: Опубл. 10.05.2013.
7. Соколов Е.Я., Бродяньский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. М.: Энергоиздат, 1981. 320 с.

УДК 621.577

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Э. Суслов, А.И. Маковская, Ю.А. Фатыхов

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия

sergs53@yandex.ru

Рыбохозяйственный комплекс России играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Отрасль имеет определяющее значение для достижения социальной стабильности в прибрежных субъектах России, где предприятия отрасли являются градообразующими. С 2009 года реализуется Федеральная целевая программа «Повышение эффективности использования и развитие ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009-2013 годах» [1].

В программе четко обозначено, что конкурентоспособность предприятий отрасли зависит от наличия энергоэффективных современных производственных машин, оборудования и энергосберегающих технологий, что предполагает внедрение новых энергоэффективных технологических процессов, отвечающих современным требованиям обеспечения эколог. Одним из наиболее эффективных технических средств, применяемых в целях энергосбережения в промышленной, сельскохозяйственной сферах и ЖКХ являются тепловые насосы, выпуск которых во всем мире неуклонно возрастает. В 2008 году Директивой Европейского Союза (ЕС) тепловые насосы отнесены к системам, использующим возобновляемые источники энергии, присовокупив их к солнечным батареям и ветровым электроустановкам.

В силу различных причин в нашей стране теплонасосные установки (ТНУ) не получили достаточно широкого распространения. Внедрение теплонасосных установок в пищевую промышленность осуществляется крайне низкими темпами, несмотря на их очевидную эффективность. Это объясняется следующими причинами:

- развитой структурой централизованного теплоснабжения в России;
- более низкими ценами на топливо по сравнению с мировыми
- отсутствием отечественных серийно-выпускаемых тепловых насосов;
- консервативным подходом к проектированию систем теплоснабжения предприятий;
- отсутствием нормативно-технической документации на проектирование теплонасосных систем теплохолодоснабжения.

Принимая решение о целесообразности применения ТНУ, необходимо учитывать не только экономию первичной энергии (органического топлива), но и другие составляющие, а именно: возможное увеличение капложений, соотношение стоимости органического топлива (угля, мазута, газа) и электроэнергии. Следует обратить внимание на то, что при использовании ТНУ для целей теплоснабжения пропадает статья затрат на транспортирование топлива и вывоз продуктов сгорания, отсутствие складов для хранения топлива, что в некоторых случаях может являться решающим фактором для их использования.

В России базовые оптовые цены на газ устанавливаются для каждого региона Правительством России, цены на отпускаемые населению энергоносители (газ, электроэнергию и тепловую энергию) устанавливаются региональными энергетическими комиссиями (РЭК) для каждого поставщика. При этом цена на тепловую энергию зависит от цены используемого поставщиком топлива. Для промышленных предприятий цены на электроэнергию и тепловую энергию определяются договорными отношениями между предприятиями и поставщиками энергоносителей, как правило, они выше, чем для населения. В таблице 1 приведены цены на энергоносители в Калининграде и Калининградской области для промышленных предприятий. Хотелось бы обратить внимания на разницу цен на электроэнергию для города и области.

Таблица 1.

Средняя цена энергоносителей по данным РЭК Правительства Калининградской области (курс RU/\$ USA = 32) по состоянию на 01.08.2012 г.

Наименование энергоносителя, единица измерения	Средняя цена, RU	Средняя цена, \$ USA	Удельная цена, \$/ГДж
1	2	3	4
Тепловая энергия, Гкал: (г. Калининград и область)	1740	54,4	12,9
Электроэнергия, кВт·ч: для промпредприятий (г. Калининград)	3,8	0,118	33,0
Электроэнергия, кВт·ч: для промпредприятий (Калининградская область)	2,8	0,0875	24,3

Для предварительного обоснования внедрения энергосберегающих технических предложений, в том числе и теплонасосных установок, можно пользоваться величинами удельной цены энергоносителей (\$/ГДж). Если коэффициент преобразования энергии теплового насоса больше чем отношение удельной цены электроэнергии к удельной цене тепловой энергии, то применение теплового насоса экономически целесообразно. Под удельной ценой понимается цена энергоносителя с учетом его удельной теплотворной способности, отнесенная к единице измерения энергии – ГДж.

Из таблицы 1 следует, что отношение удельных цен электрической энергии к тепловой в Калининграде для населения составляет 1,93, а для промышленных предприятий – 2,55. Для промышленных предприятий в Калининградской области отношение удельных цен электрической энергии к тепловой составляет 1,88. Что позволяет считать, что применение теплонасосных установок может иметь преимущество, перед другими системами теплоснабжения учитывая то, что города области расположены на берегу рек, вода которых может быть источником низкопотенциальной теплоты для ТНУ. Однако этот метод недостаточно точен, т.к. не учитывает капитальные вложения и другие затраты для теплонасосной установки, которые учтены в цене тепловой энергии от котельной.

В большинстве случаев единственным критерием эффективности применения ТНУ должен являться экономический эффект, определяемый путем сопоставления приведенных затрат базового и альтернативного вариантов, при этом оптимальное решение соответствует условию [2]:

$$Z = E_n K + C = \min,$$

где Z – приведенные затраты, руб.;

E_n – нормативный коэффициент эффективности, 1/год;

K – капитальные затраты, руб.;

C – ежегодные издержки производства, руб./год.

Был проведен сравнительный анализ использования различных источников теплоснабжения для теплоснабжения пищевого предприятия в Калининграде и расположенного в Калининградской области.

Стоимость оборудования и расход топлива приняты усредненными из анализа данных различных производителей оборудования. По данным Минпромэнерго РФ, норма расхода условного топлива для тепловых станций $H = 0,315$ кг у.т./кВт. Тепловая мощность системы теплоснабжения 1,2 Мвт, системы термopодготовки воды аквакультуры 300 кВт. В расчетах учтено, что экономическая норма дисконта E_n 1/год равна 0,08, длительность периода теплоснабжения – $D = 220$ суток, периода термopодготовки воды для УЗВ – 300 суток, коэффициент потерь электроэнергии при транспортировке $K = 1,2$. При пересчете на условное топливо принято $K_y = 0,833$ для 1000 м³ газа, $K_y = 0,733$ для 1 т мазута и $K_y = 1,4$ для 1 т угля.

Анализ результатов расчетов экономической эффективности применения различных систем теплоснабжения показывает (рис. 1), что приведенные затраты для ТНУ значительно ниже, чем для мазутной котельной и незначительно выше, чем для угольной котельной. В тоже время для предприятий в сельской местности (рис. 2), приведенные затраты для ТНУ и газовой котельной практически одинаковы и значительно ниже, чем для угольной и мазутной котельной.

Вместе с тем, на графиках видно, что по потреблению условного топлива наиболее эффективной для теплоснабжения является теплонасосная установка, которая также обладает такими

преимуществами по сравнению с другими системами, как отсутствие вредных выбросов в атмосферу, отсутствие необходимости в транспортировании и использовании пожаро- и взрывоопасного топлива, не является опасным производственным объектом, подведомственным РОСТЕХНАДЗОРу.

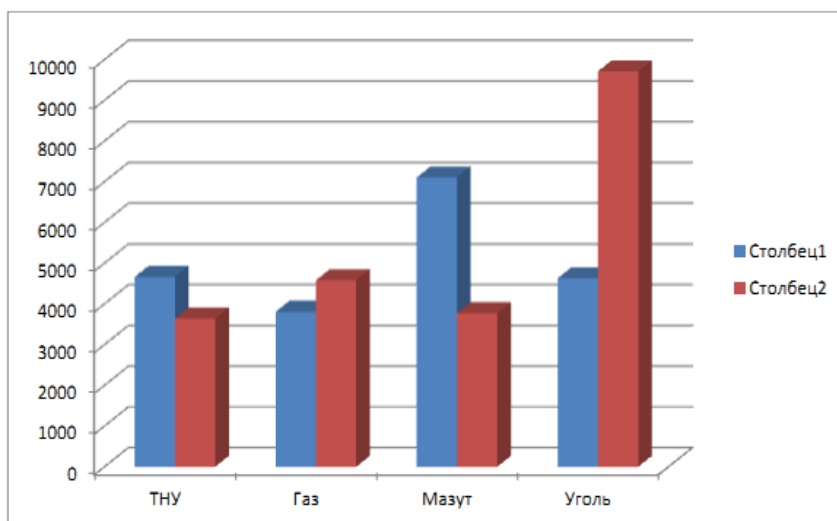


Рис. 1. Диаграмма приведенных затрат (Столбец1 - руб/год) и потребления условного топлива (Столбец 2 – т.у.т./год • 10) для котельных на различных видах топлива и ТНУ для теплоснабжения предприятий

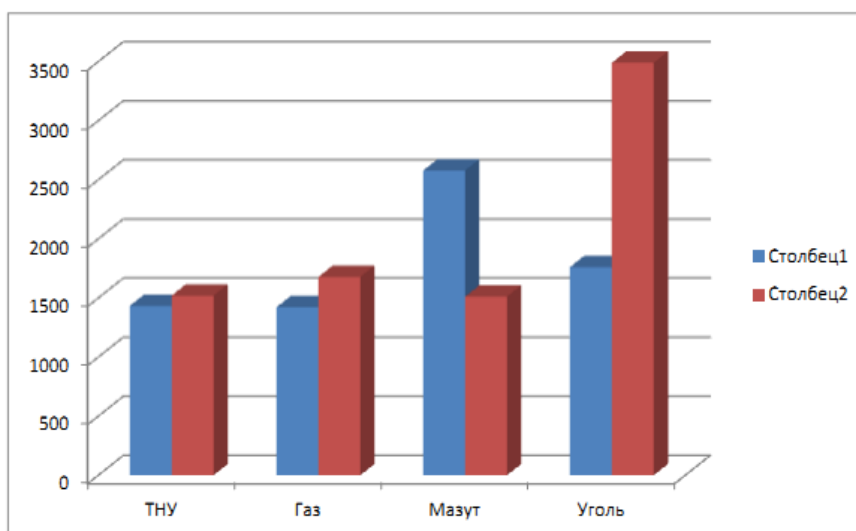


Рис. 2. Диаграмма приведенных затрат (Столбец1 - руб/год) и потребления условного топлива (Столбец 2 – т.у.т./год • 10) для котельных на различных видах топлива и ТНУ для термоподготовки воды УЗВ аквакультуры

Однако, во всех случаях целесообразность применения ТНУ должна быть определена в каждом конкретном случае с учетом наличия низкопотенциального источника теплоты и технико-экономического анализа с учетом всех особенностей региона ее использования.

Список литературы:

1. Чернышов В.А. Роль рыбохозяйственного комплекса в обеспечении продовольственной безопасности Российской Федерации / В.А. Чернышов // Холодильная техника. 2010. №3. С. 7 – 8.
2. Маковская А.И. Анализ применения теплонасосной установки на предприятиях аквакультуры / А.И. Маковская, А.Э. Сулов, Ю.А. Фатыхов // Вестник МАХ. 2011. №3. С. 14 – 17.

УДК 621.1753

ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ЭЖЕКЦИОННЫХ ГРАДИРЕН ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ, ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.Л. Тимофеевский¹, Б.В. Букинга²

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – ООО «ВТ инженерные системы», Санкт-Петербург, Россия

alt1960@mail.ru, bb22111963@yandex.ru

Эжекционные градирни (как и другие разновидности контактных теплообменников ”воздух – вода”) предназначены для испарительного охлаждения воды в цикле оборотного водоснабжения. Основным конструктивным преимуществом эжекционной градирни по сравнению с устройствами, традиционно используемыми в энергетике и холодильной технике, является отсутствие вытяжной башни, вентилятора и оросителя. Она состоит из корпуса, имеющего эжекционные окна и шахты для входа и выхода воздуха, коллекторов с форсунками для объемного распыления воды в корпусе под давлением 0,1 – 0,5 МПа и каплеуловителя. Для организации эжекции наружного воздуха в корпус градирни используется насос подачи воды на оборудование, а также дополнительные подпорные насосы.

Эжекционные градирни были предложены в начале 70-х годов, причем их разработка и внедрение, в большой степени, были связаны с заменой отработавших свой срок башенных и вентиляторных градирен. Наиболее известны работы, выполненные сотрудниками ЯПИ [1-3], ПО ”Азот” [4,5], ОТИХП [6], ЛО ”Атомтеплоэлектропроект” [7]. Группа В.С. Галустова из ЯПИ спроектировала и запустила в производство серийные эжекционные градирни ”Муссон” [8,9]. Одновременно аналогичные разработки выполнялись американской фирмой Baltimore Aircoil [10].

Опыт внедрения и эксплуатации эжекционных градирен показал их высокую конкурентноспособность, обусловленную, в первую очередь, высокой надежностью, удобством обслуживания и ремонта.

Надежность эжекционных градирен значительно выше, чем у их вентиляторных аналогов за счет простоты конструкции (рис.1). Корпус градирни представляет полую емкость с перегородками для направления водо-воздушных потоков. Ороситель и вентилятор отсутствуют, что позволяет безопасно эксплуатировать установку в холодный период года.

Внешнее расположение форсунок значительно упрощает обслуживание, а недавно разработанные форсунки с кольцевым впрыском воды не только обеспечивают стабильный мелкодисперсный факел, но и позволяют очищать их без остановки градирни путем кратковременного увеличения кольцевого зазора поочередно в каждой форсунке.

Выполнение корпуса из пластика делает градирню легкой, стойкой к коррозии и обеспечивает ей высокие аэродинамические характеристики.

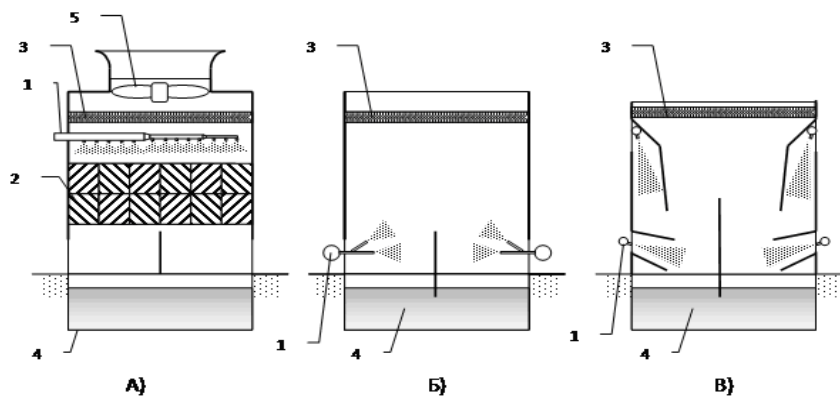


Рис.1 Конструкции вентиляторной и эжекционной градирен.

А – вентиляторная градирня; Б – эжекционно-брызгальная градирня; В – эжекционная градирня; 1 – коллектор с форсунками; 2 – ороситель; 3 – каплеуловитель; 4 – бак; 5 – вентилятор.

Необходимо отметить, что отсутствие вентилятора не только повышает надежность этих устройств по сравнению с аналогами, но и позволяет применять их в районах плотной городской застройки. Это связано с тем, что звуки высокой частоты, создаваемые водо-воздушным потоком (шум дождя), быстро затухают по мере увеличения расстояния и легче поддаются глушению (например, экранированию). В результате этого градирни, расположенные в непосредственной близости от жилого массива, не создают дискомфорта для проживающих там людей. Использование в таких условиях вентиляторных градирен нерационально, так как требует применения дорогих систем шумоглушения и низкооборотных вентиляторов с крыльчатками больших размеров.

Теплосъем эжекционной градирни регулируется изменением давления воды на входе в форсунки путем варьирования частоты электропитания насосов эжекционного контура или периодическим включением дополнительного подпорного насоса по параметру «температура воды на выходе». Это позволяет оптимизировать затраты на электроэнергию и обеспечить гибкость эксплуатации при переменных нагрузках и колебаниях параметров воздуха.

Другой вариант регулирования теплосъема – применение двухступенчатой схемы охлаждения, в которой вода, охлажденная в первом эжекционном модуле градирни, при необходимости подается во второй модуль.

Все сказанное выше позволяет говорить о необходимости более широкого внедрения эжекционных градирен в холодильной технике, кондиционировании воздуха и пищевой промышленности.

Особенно перспективно применение эжекционных градирен в составе систем комфортного и технологического кондиционирования. Градирня проектируется с высотой, заданной архитектурным проектом, и устанавливается на крыше жилого, общественного или промышленного здания, а бак-накопитель, насосная группа и обслуживаемый ей чиллер с конденсатором водяного охлаждения – на техническом этаже или в подвале.

При этом при пиковых нагрузках регулируемый теплосъем градирни позволяет чиллеру работать в шадающем режиме и с меньшей затратой электроэнергии. При необходимости «круглогодичного» охлаждения объекта градирня в межсезонье и зимой может успешно заменить холодильную машину, охлаждая воду до $+10^{\circ}\text{C}$. Две такие установки для технологического кондиционирования с функцией «Free cooling» с холодильной мощностью по 1,5 МВт каждая, были спроектированы авторами для предприятий в г. Воронеже, и первая из них показала свою целесообразность и надежность в процессе эксплуатации с 2010 года.

Значительно улучшить технические характеристики эжекционных градирен может применение в них рекуперативных теплообменников. Все эжекционные установки являются прямоточными со спутным движением воды и воздуха. Параметры воздуха на выходе из каплеуловителя градирни стремятся к температуре смоченного термометра и относительной влажности 100%. Установка после каплеуловителя в шахте выброса воздуха дополнительного теплообменника «вода-воздух» (рис.2), позволяет без значительных затрат электроэнергии резко увеличить теплосъем за счет рекуперации теплоты. В частности, теплоотводящую способность опытного образца градирни за счет установки ребристо-трубного теплообменника удалось повысить более, чем в 2 раза, что позволяет резко повысить энергоэффективность серийных изделий.

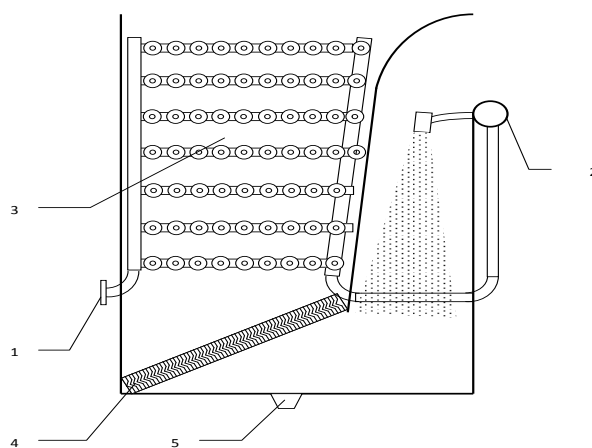


Рис.2 Принципиальная схема эжекционной градирни с рекуператором

Обозначения: 1 – вход отопленной воды; 2 – коллектор с форсунками; 3 – рекуперативный теплообменник; 4 – каплеуловитель; 5 – слив охлажденной воды.

Основная проблема при проектировании систем охлаждения с использованием эжекционных охладителей – сложность их теплового расчета. Большинство производителей пользуются эмпирическими методами, что позволяет получить весьма приблизительные результаты. Это допустимо, когда устройство сознательно делается с запасом 50 – 60%, но неприемлемо при стандартном проектировании с точки зрения капитальных затрат, занимаемых площадей и материалоемкости. Понимание физики процессов тепломассообмена, наличие экспериментальной базы и применение вычислительной техники позволяют с достаточной точностью предсказать результат при любых климатических условиях и любой тепловой нагрузке.

Все элементы эжекционных охладителей взаимосвязаны. Конструкции корпуса и форсунок должны соответствовать друг другу для обеспечения необходимой эффективности теплообмена, и форму факела распыла нельзя менять без изменения формы эжекционного канала.

Кроме того, возникают сложности при монтаже установок большой мощности, так как изготовление корпуса “на месте” не всегда обеспечивает необходимое качество. Выход состоит в модульной конструкции градирни и доставке на объект в виде модулей заводской готовности, спроектированных с учетом транспортных габаритов. Это обеспечивает высокое качество изделия и одновременно уменьшает сроки проведения работ.

Список литературы:

1. А.с. 435442 СССР. МКИ F28C1/00. Градирня / Галустов В. С., Шувалов В. В. и др. // Открытия, изобретения. 1974. №25.
2. А.с. 861912 СССР. МКИ F28C1/00. Эжекционная градирня / Галустов В. С., Шувалов В.В. // Открытия, изобретения. 1981. № 33.
3. А.с. 874162 СССР. МКИ F28C1/00. Десорбер / Феддер И. Э., Галустов В.С. и др. // Открытия, изобретения. 1981. № 39.
4. А.с. 909539 СССР. МКИ F28C1/00. F28 F17/00. Градирня / Иванов Ю. А. и др. // Открытия, изобретения. 1982. № 8.
5. А.с. 951055 СССР. МКИ F28C1/02. Башенная градирня / Иванов Ю. А. и др. // Открытия, изобретения. 1982. № 30.
6. А.с. 985687 СССР. МКИ F28C1/00, F25 F25/06. Градирня / Алексеев В. П. и др. // Открытия, изобретения. 1982. № 48.
7. А.с. 1183815 СССР. МКИ F28C1/00 ЛО. Градирня / Ефимов Ю.М. и др. // Открытия, изобретения. 1985. № 37.
8. Беличенко Ю.П., Галустов В.С. Замкнутые системы водообеспечения химических предприятий. М.: НИИТЭХИМ, 1988.
9. Макаров В.М., Беличенко Ю.П., Галустов В.С., Чуфаровский А.И. Рациональное использование и очистка воды на машиностроительных предприятиях. М.: Машиностроение, 1988.
10. Пат. 1346253 Великобритания, МКИ F28C 3/08. /Baltimore Aircoil. Оpubл. 19.05.71.

УДК 621.565

**ПИНЧ-АНАЛИЗ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ КОМПЛЕКСА
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОНДЕНСАЦИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА****М.Г. Хмельнюк, А.В. Остапенко, О.Ю. Яковлева**

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. В.С. Мартыновского Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса, Украина

studbk@mail.ru

При производстве холода в установках низкотемпературной конденсации (НТК) тратится значительное количество энергии. Данное обстоятельство вынуждает различные организации и предприятия, использующие холодильные установки, искать пути повышения их энергетической эффективности. Одним из путей повышения эффективности является снижение энергетических потерь, совершенствование процессов охлаждения, поступающего на переработку попутного нефтяного газа (ПНГ), повышение эффективности, существующего оборудования. Охлаждение потока природного газа до более низкой температуры на установках НТК позволяет повысить эффективность процесса переработки ПНГ, путём повышения количества извлекаемых углеводородов и снижения сжигаемого на факелах газа.

Одним из путей повышения эффективности является снижение энергетических потерь, совершенствование процессов охлаждения, поступающего на переработку ПНГ, повышение эффективности, существующего оборудования, использование потенциала окружающей среды.

В рассматриваемой схеме холодильной установки в составе комплекса низкотемпературной конденсации используется пропан. Снижение температуры кипения пропана ниже $t_0 = -38\text{ }^\circ\text{C}$ невозможно из-за недопустимого режима работы турбокомпрессора. Добавление в пропан некоторого количества более низкокипящих углеводородов, например, этана позволяет при сохранении давления кипения на требуемом уровне получить более низкую температуру кипения.

Представленная на рисунке 1 схема холодильной установки использует смесь углеводородов пропан/этан (R290/R170) в качестве рабочего тела. Рассматривалось применение смеси с различным массовым соотношением 80/20, 85/15, 90/10, 95/15 масс. %. При использовании смеси пропан/этан (R290/R170) концентрации 85/15 масс.% данный вариант схемного решения позволяет получить 2,24МВт холода от высококипящего хладагента на уровне $-42,5\text{ }^\circ\text{C}$ и 1,794МВт холода от низкокипящего хладагента на температурном уровне $-49,5\text{ }^\circ\text{C}$. Данная холодопроизводительность в суммарном своём значении составляет 4МВт, при принятой температуре окружающего воздуха $+30\text{ }^\circ\text{C}$. Отметим, что номинальная полезная холодопроизводительность ПХУ в цикле на пропане составляет 5,4МВт при изотерме кипения $-38\text{ }^\circ\text{C}$. Очевидно значительное снижение холодопроизводительности а также холодильного коэффициента, поскольку работа сжатия компрессора практически не изменилась. Причина кроется в том, что необходимо конденсировать низкокипящий хладагент исключительно за счёт внутреннего холода установки. Однако, в случае, если температура окружающего воздуха ниже либо равна $+6\text{ }^\circ\text{C}$, то низкокипящей хладагент можно полностью сконденсировать за счёт холода окружающего воздуха в аппаратах воздушного охлаждения (при давлении 1,5МПа, температура конденсации составляет $+16\text{ }^\circ\text{C}$).

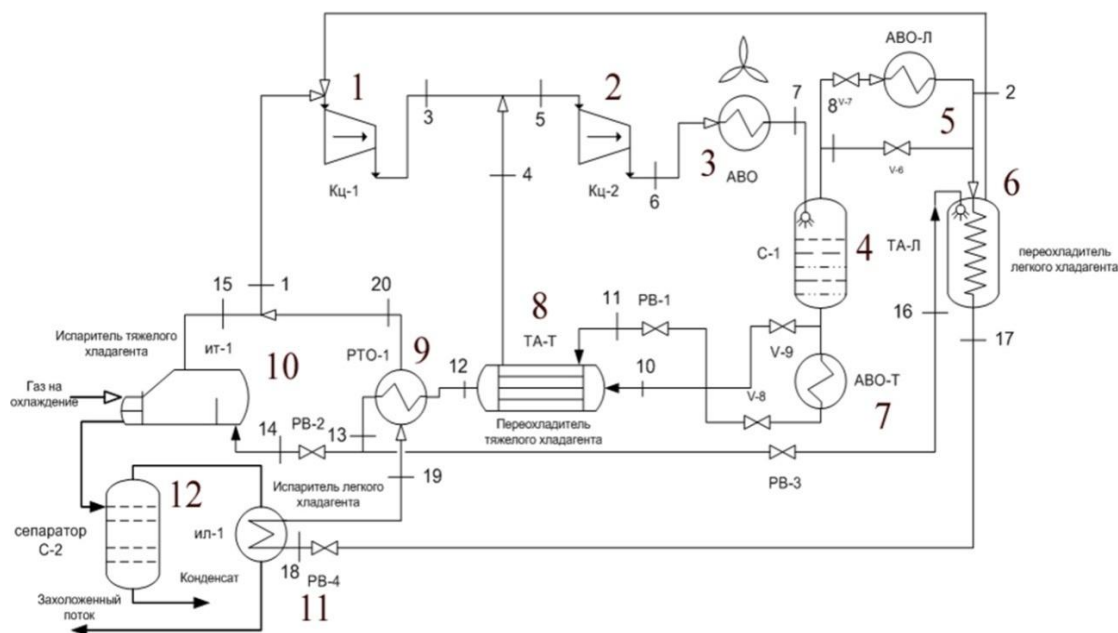


Рис. 1. Упрощённая схема холодильной установки с разделением хладагента на фракции. 1 – первая секция компрессора; 2 – вторая секция компрессора; 3 – воздушный конденсатор; 4 – сепаратор; 5 – конденсатор низкокипящего хладагента; 6 – переохладитель низкокипящего хладагента; 7 – воздушный переохладитель высококипящего хладагента; 8 – переохладитель высококипящего хладагента; 9 – регенеративный теплообменник; 10 – испаритель высококипящего хладагента; 11 – испаритель низкокипящего хладагента; 12 – промежуточный сепаратор конденсата

В этом случае холодопроизводительность установки возрастает до 5,9 МВт. Холодопроизводительность по низкокипящему хладагенту при этом останется прежней – 1,794 МВт, а по высококипящему – возрастёт на величину холода, требовавшегося ранее на конденсацию низкокипящего хладагента. Иначе говоря – весь поток переохлаждённого высококипящего хладагента будет идти на испарение в испаритель полезной нагрузки.

Цикл холодильной установки условно разделен на основной цикл и цикл переохлаждения. Для того, чтоб оценить влияние цикла переохлаждения на основной цикл было решено применить метод пинч-анализа. Пинч-анализ был проведен для постоянно-круглогодичного режима работы холодильной установки, при котором конденсация низкокипящего компонента происходит за счет сдросселированного потока высококипящего хладагента.

Среди разнообразных методов, используемых для оптимизации потребления энергии в обрабатывающей промышленности, метод пинч-анализа известен как мощное средство термодинамического анализа химических процессов и связанных с ними источников энергии (Ataei и др., 2009; 2010; Linnhoff, 1993; Linnhoff и Flower, 1978; Panjeshahi и Ataei, 2008; Yoo и др., 2010). Преимуществом этого метода является возможность определения энергетического потенциала установки. С помощью пинч-анализа также возможно определить нагрузку на теплообменную сеть.

Разработки в анализе теплообменных сетей достигли наивысшего пика, когда было обнаружено определение величины рекуперации тепла с помощью технологии пинч-анализа (Haung и Elshout (1976) и др. Umeda. (1978)).

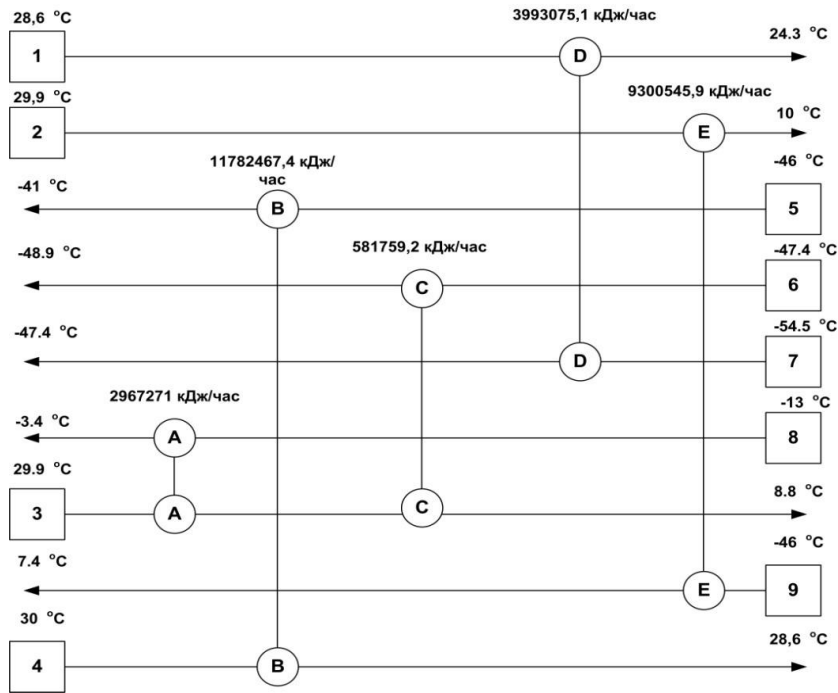


Рис. 2. Базовая сеточная диаграмма теплообменной сети холодильной установки

В данной холодильной установке(рис.2) холод производится на нескольких температурных уровнях(-54.5°С – в испарителе низкокипящего хладагента, -47.4°С – в испарителе высококипящего хладагента, -46°С – цикл переохлаждения низкокипящего компонента). Также есть вторичный температурный уровень -13°С. Эти четыре температурных уровня охлаждают горячие потоки в 5 теплообменных аппаратах(ТА-Т, ТА-Л, ИТ-1, ИЛ-1, РТО-1). Суммарная производительность теплообменных аппаратов составляет 28625118,6 кДж/час.

В результате применения метода пинч анализа была проведена оптимизация теплообменной сети(рис.3). С целью более равномерного распределения тепловой нагрузки было добавлено еще 4 теплообменных аппарата.

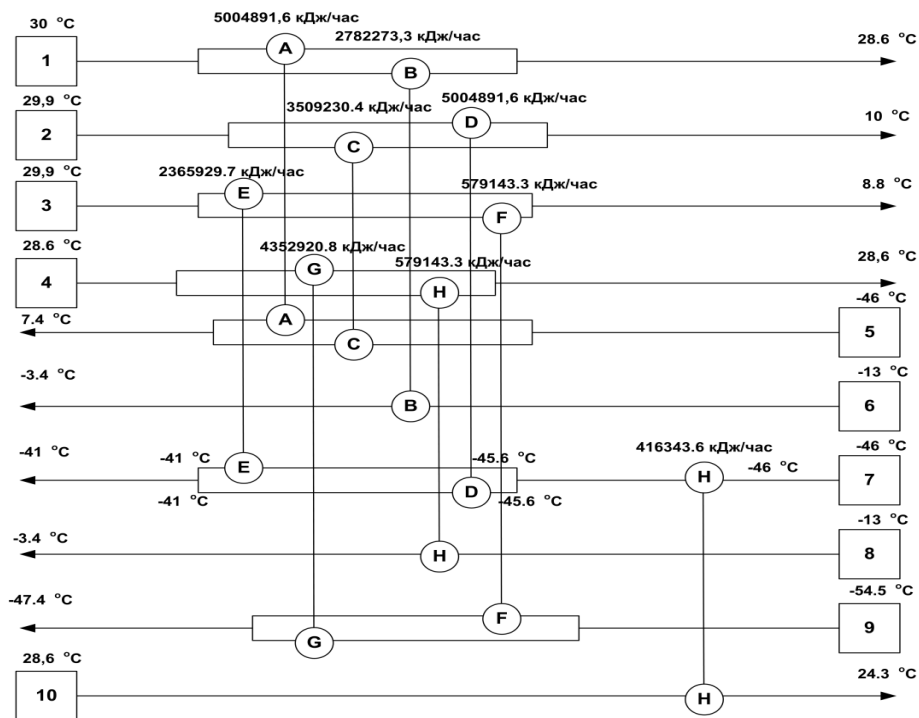


Рис. 3. Сеточная диаграмма холодных и горячих потоков после проведения оптимизации

Корректировка температурных уровней приводит к повышению степени рекуперации тепла, уменьшению требуемой площади теплообменной поверхности. Распределение тепловых потоков и корректировка температурных уровней установки позволила получить 416343,6 кДж/час холодопроизводительности от цикла переохлаждения для дополнительного охлаждения потока газа при температуре от 30⁰С до 28.8⁰С.

Список литературы:

1. Abtin Ataei(2011). "Application of combined pinch and exergy analysis in retrofit of an olefin plant for energy conservation." // Scientific Research and Essays Vol. 6(12), p. 2437 – 2446, 18 June, 2011
2. Feng X, Zhu XX (1997). "Combining pinch and exergy analysis for process modifications." Appl. Therm. Eng., 17. p. 250 – 260.
3. Linnhoff B (1993) "Pinch Analysis- a State of the Art Overview." Part A, Trans. IChemE, 71: p. 503 – 22
4. Smith R (2005). "Chemical Process Design and Integration. 2nd edition." John Wiley & Sons Ltd, UK.

УДК 621. 59/56

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ ПО ДЛИНЕ ВОЗДУШНОГО МОРОЗИЛЬНОГО АППАРАТА**А. Я. Эглит, А. С. Филатов**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

filatov_alex037@mail.ru

Тепловая нагрузка на испарительную систему воздушных скороморозильных аппаратов непрерывного действия распределяется по длине аппарата крайне не равномерно. В современной технической литературе отсутствует количественная оценка этого очевидного положения. Лишь во флюидизационных аппаратах ряда производителей [1] имеет место разделение воздухоохлаждающих по шагу ребер. Но, возможно это связано с проблемой инееобразования на первой по ходу продукта секции, а не зачастую с экстремальной её тепловой нагрузкой по отношению к последней секции.

При анализе динамики теплопритоков от продукта по длине аппарата был рассмотрен процесс замораживания клубники при следующих исходных данных:

$G=1000$ кг/ч – производительность аппарата;

$w_0=4,68$ м/с – скорость воздуха в аппарате;

$t_{\text{пм}}=-30$ °С – температура воздуха в аппарате;

$t_{\text{нач}}=10$ °С – начальная температура продукта;

$t_{\text{кон}}=-20$ °С – конечная температура продукта;

$L_{\text{ап}}=6$ м – длина аппарата;

$B_{\text{ап}}=0,6$ м – ширина аппарата;

Расчет времени замораживания отдельных слоев клубники производился по модифицированной формуле Планка [2], для шара:

$$\tau(\Delta) = \frac{\Phi \cdot q \cdot \rho \cdot R^2 \cdot w}{\lambda(t_{\text{кр}} - t_{\text{хл}})} \left[\left(\frac{1}{Bi} + \frac{\Phi}{2\Phi - 1} \right) \left(1 - \left(1 - \frac{\Delta}{R} \right)^{\frac{1}{\Phi}} \right) - \frac{1 - \left(1 - \frac{\Delta}{R} \right)^2}{2(2\Phi - 1)} \right]$$

где: Φ – коэффициент формы тела;

$q=3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг – удельная теплота кристаллизации воды;

R – характерный размер тела, м;

λ – теплопроводность замороженной части тела, кг/м³;

$t_{\text{кр}}$ – криоскопическая температура, °С;

$t_{\text{хл}}$ – температура окружающего тело хладоносителя, °С;

w – влажность тела, кг влаги/кг;

ρ – плотность продукта; кг/м³;

α – коэффициент теплоотдачи с поверхности тела, Вт/(м²·К);

Распределение промерзших слоёв по длине аппарата показано на рисунке 1. Еще более резко разнятся промерзающие за одинаковый период времени объёмы клубники ввиду сферической формы продукта.

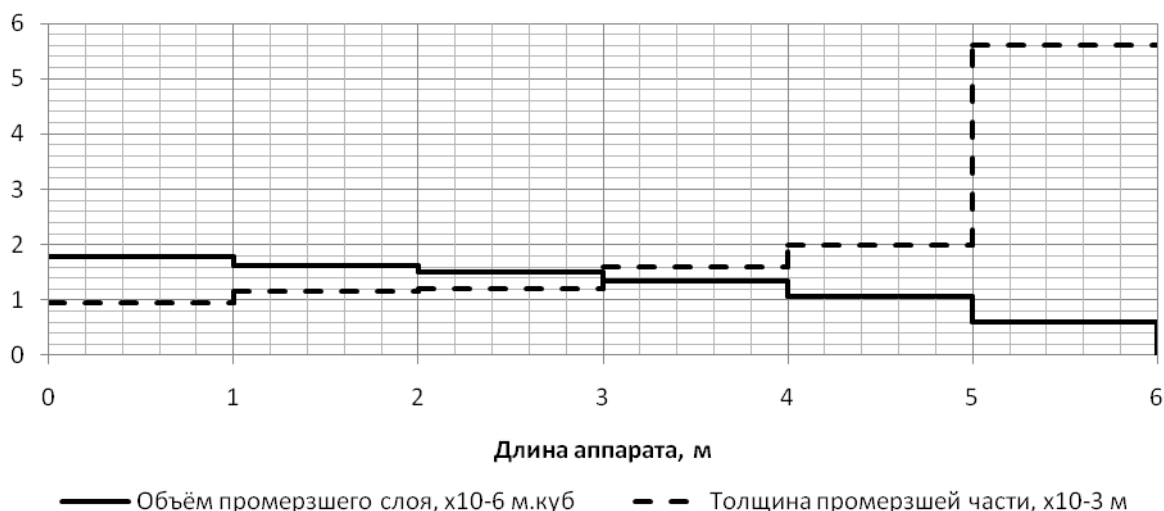


Рис. 1. Распределение глубины и объема промерзания клубники по длине ФМА

Для определения количества отводимой теплоты на отдельных отрезках перемещения продукта по длине аппарата были приняты следующие допущения:

1. Температура поверхности ягоды определяется по стационарной зависимости теплового потока, исходя из температуры воздуха и криоскопической температуры продукта, коэффициента теплоотдачи и термического сопротивления промерзшего на рассматриваемый момент слоя. Среднеобъемная температура промерзшего слоя оценивается по формуле Рютова [1], исходя из определенной температуры поверхности $t_{пов}$, криоскопической температуры $t_{кр}$ и расстояния от поверхности до слоя промерзания Δ :

$$t_{ср.об} = \frac{t_{нос}(Bi + 2) + t_{кр} \cdot Bi}{2(Bi + \Delta)},$$

где: Bi – критерий Био;

$t_{пов}$ – температура поверхности, °С;

$t_{кр}$ – криоскопическая температура, °С;

Δ - толщина слоя, м;

2. Количество отведенной от замерзшей части продукта теплоты на данном отрезке аппарата определяется как разность энтальпий соответствующих среднеобъемным температурам на границах отрезка.

3. Среднеобъемная температура незамерзшей части продукта определялась как полусумма:

$$t_{ср.об.не зам} = \frac{t_{нос} + t_{ц}}{2}$$

Изменение тепловой нагрузки от продукта по длине аппарата представлено на рисунке 2. Очевидно, что уменьшение шага ребер во второй части аппарата по ходу продукта прямо противоположно потребностям в охлаждающей поверхности.

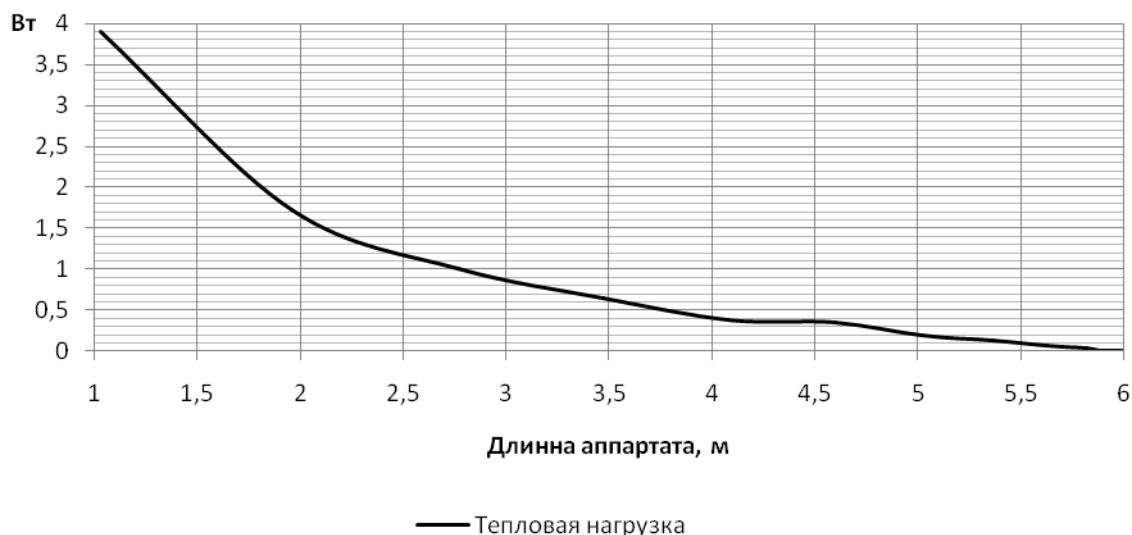


Рис. 2. Изменение тепловой нагрузки от продукта по длине аппарата

Результаты анализа динамики тепловой нагрузки от продукта по длине аппарата в ФМА позволяют сделать следующие выводы:

1. Необходим поиск рациональных режимов процесса замораживания, варьирующихся по длине аппарата.

2. Необходима оптимизация испарительной части системы холодоснабжения ФМА с технологической (см вывод 1) и холодильной (способ питания хладагентом) точек зрения.

3. Для получения физически более корректной картины изменения состояния единицы продукта по длине аппарата желательно использование численного метода.

Список литературы:

1. Бараненко А. В., Куцакова В. Е., Борзенко Е. И., Фролов С. В. Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов. Ч.3. Теплофизические основы. М.: КолосС, 2004. 249 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов вузов)

2. Постольский Я., Грета З. Замораживание пищевых продуктов \ пер. с польского Ю. Ф. Заяса, И.Е. Фельдман. М.: Пищевая промышленность, 1978. 606 с.

КРИОГЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.585

ПОЛУЧЕНИЕ ЖИДКОГО ЛЬДА В ПРЯМОМ МЕТОДЕ (В ВАКУУМНОМ ИСПАРИТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ) С ДИАПАЗОНОМ ТЕМПЕРАТУРЫ 0 °С до -55 °С

М. Робабпур-Деракшан

г. Тебриз, Иран

nik-derakhshan@yandex.ru

Вода и водные растворы, как рабочее вещество в холодильных машинах обладает некоторыми специфическими свойствами затрудняющие ее использование в паровых компрессионных холодильных машинах, как поршневых, так и центробежных. Это связано с очень низкими остаточными давлениями, которые необходимо поддерживать в испарителе холодильных машин, и чрезвычайно большими объемами паров диапазона температур кипения, в которых работают холодильные машины.

Водные растворы уже давно используются в качестве однофазовых (только для жидкостей) холодоносителей (вторичных хладагентов, теплоносителей, рассолов, антифризов) для охлаждения в супермаркетах, на катках, в холодильных камерах, в тепловых насосах и т.д. Последнее время водный раствор используется для получения жидкого льда в косвенных системах в качестве двухфазного холодоносителя.

В современном обществе, холодильное оборудование, кондиционирование воздуха представляют один из самых важных секторов энергопотребления. В настоящее время средняя доля потребления электроэнергии данного сектора в развитых странах составляет от 10 – 20% (UNEP, 2003) от общего потребления энергии. В настоящее время очень важно установить баланс между потреблением энергии и охраной окружающей среды. Любые изменения в технологии охлаждения путем введения новых хладагентов, а так же принятия новых методов должны быть тщательно сбалансированы, чтобы уменьшить общее воздействие на окружающую среду. Прямое использование и получение жидкого льда позволяет, сократить эксплуатационные расходы, и улучшить систему управления.

В настоящее время получение жидкого льда производится только в косвенных системах. Для получения жидкого льда в прямой системе, вода и водный раствор используются в качестве хладагентов и двухфазных холодоносителей. На рис.1 представлена схема охлаждения и замораживания воды и водных растворов в прямой системе.

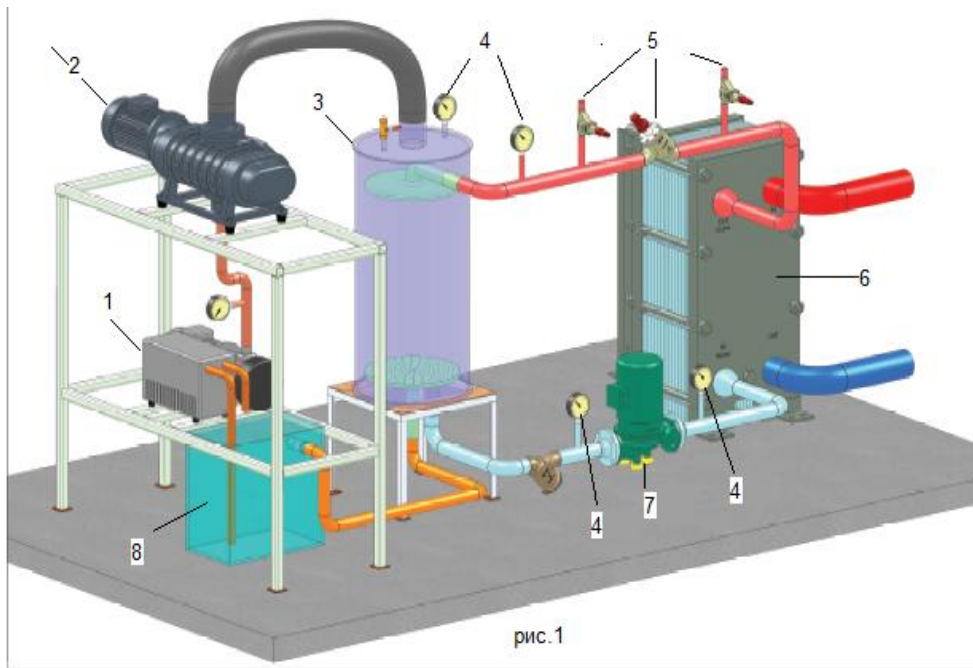


Рис.1. Схема охлаждения и замораживания воды и водных растворов: 1-вакуумный насос (вспомогательный), 2-вакуумный насос (основной), 3-бак испаритель, 4-монитор, 5-вентиль, 6-теплообменник, 7- насос, 8-бак.

На рис.1 изображена схема установки по получению жидкого льда в прямой системе без помощи хладагентов в диапазоне температур от 0°C до -55°C .

Промышленные холодильные системы и системы кондиционирования воздуха в коммерческих и жилых зданиях являются крупнейшими потребителями электроэнергии в пиковое время, особенно в летний период. Данная ситуация требует привлечения дополнительного, более дорогостоящего генерирующего оборудования, либо импортирования необходимой энергии, для того чтобы справиться с этим повышенным спросом на энергоносители. Система аккумуляции жидкого льда (рис.2) позволяет перенести электрические нагрузки из “часа пик” на ночное время, где стоимость и потребление энергии значительно ниже в период пиковой нагрузки.

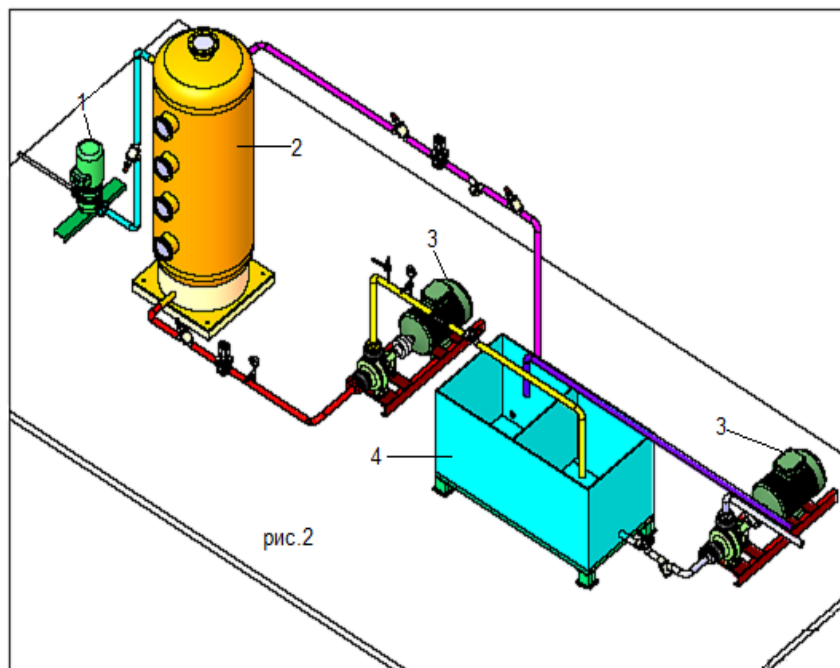
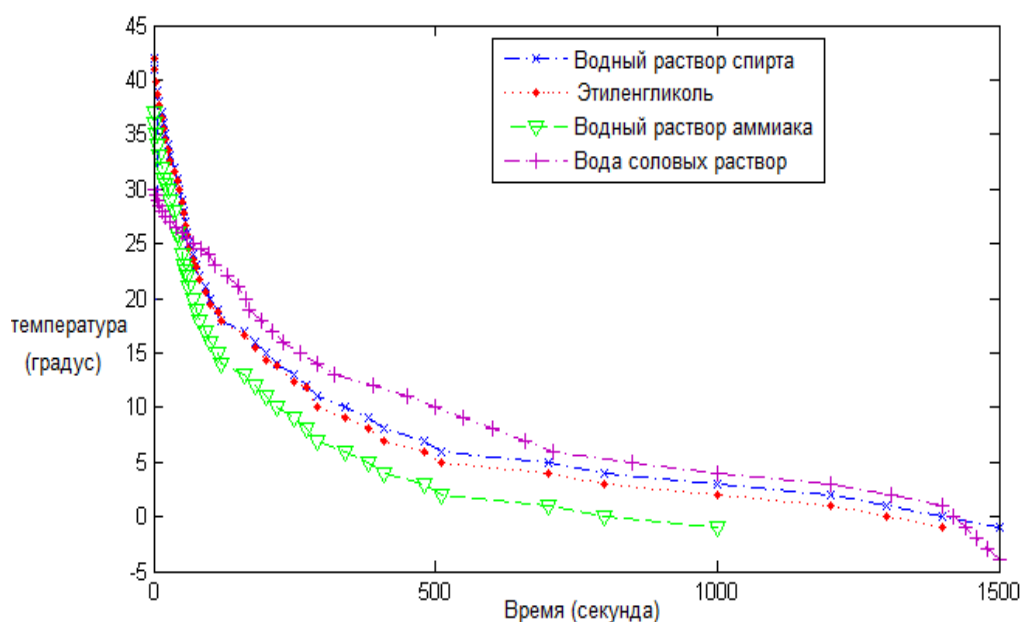


Рис. 2. Система аккумуляции жидкого льда: 1-вакуумная установка, 2-бак испарителя для получения жидкого льда, 3-насос, 4- бак для аккумуляции жидкого льда

Одним из основных факторов, определяющих эффективность работы получения жидкого льда в прямой системе, являются химические свойства используемых холодоносителей (рабочих веществ). Существует необходимость хорошего знания теплофизических свойств и других аспектов холодоносителей для того, чтобы сделать правильный выбор холодоносителя, а также произвести надежный технический расчет для получения жидкого льда.

Большое значение при сравнении различных холодоносителей для получения жидкого льда являются следующие основные теплофизические свойства: точка замерзания, плотность, вязкость, теплоемкость и теплопроводность. Так же, необходимо произвести выбор подходящих жидкостей и технические расчеты для получения жидкого льда в вакуумном процессе. Помимо указанных факторов, есть и другие аспекты, которые должны быть приняты во внимание, такие, как загрязнение окружающей среды, токсичность, воспламеняемость, совместимость материалов, коррозионность, обеспечение безопасности и снижение стоимости затрат.

В данной диаграмме представлены результаты исследования получения жидкого льда в прямой системе с помощью вакуумной технологии с различными холодоносителями.



Преимуществами прямой системы получения жидкого льда в сравнении с другими методами являются:

1. Сокращение расхода энергии на 30% по сравнению с косвенными системами.
2. Отсутствие в данной системе конденсатора и как следствие, нулевой расход воды.
3. Возможность получения воды с температурой 0°C и жидкий лед с диапазоном температур 0°C до -55°C .
4. Мобильность местоположения установки.
5. Экономия материальных ресурсов (механических и технических).
6. Уменьшение объема установки.
7. Отсутствие потребности в привлечении высококвалифицированных специалистов при эксплуатации установки.

Список литературы:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. М.: Наука, 1964
2. M. S. Plesset, Z. A. Zwick. The growth of vapor bubble in superheated liquids. J. Appl. Phys., 1954. 25. 4. P. 493 – 500
3. Белянчиков Н.Н, Исследование и обоснование процессов охлаждения молока под воздействием глубокого вакуума в условиях ферм колхозов и совхозов на примере совхоза. М.:МИИСП, 1982.

УДК 621.515.4-83

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЙ СПИРАЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

А.С. Выдрина, Ю.В. Зайцев, В.А. Малун, С.Д. Долгих, П.В. Ушаков

ООО «Научно-технический комплекс «Криогенная техника», г. Омск, Россия

cryotechntk@omsknet.ru

В НТК «Криогенная техника», г. Омск выпускается большой типоряд оборудования систем кондиционирования воздуха (СКВ) и холодильной техники для заказов ВМФ России [1].

В настоящей работе рассматриваются вопросы, связанные с изготовлением и испытаниями спиральных компрессоров с различными типами электропитания.

В настоящее время в НТК «Криогенная техника», г. Омск выпускаются спиральные компрессоры со следующими типами электропитания:

- напряжение питания 175-320В постоянного тока для холодильных установок продовольственных кладовых трех типоразмеров – УХПК-1,6М, УХПК-1,6М-01, УХПК-1,6М-02 и автономных кондиционеров воздуха АКЛ-12, в которых применяется частотное регулирование холодопроизводительности спиральных компрессоров;

- напряжение питания переменного тока $3 \times 380\text{В}$, 50Гц для кондиционеров К-12Б и К-24Б для надводных кораблей, и автономных кондиционеров специальных АКС-3,0.

В состав компрессора 1СГГ-1,8-11-3 холодильных установок продовольственных кладовых входит вентиляльный электродвигатель с постоянными магнитами, в состав компрессора СГГ-20-11-1,127В кондиционера воздуха АКЛ-12 – асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, регулируемый по частоте. В кондиционерах К-12Б, К-24Б и АКС-3,0 используются компрессоры СГГ-20-11-1, СГГ-2,8-11-1, соответственно, в состав которых входит асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, в СГГ-2,8-1-1 осуществляется плавный пуск.

Учитывая разнотипность электропитания, большой диапазон холодопроизводительности, серийный выпуск компрессоров, необходимость приработки механизма, проверки объемной производительности, потребляемой мощности и ряда других эксплуатационных характеристик, на предприятии разработан и создан испытательный стенд. Пневмогидравлическая схема стенда приведена на рисунке 1.

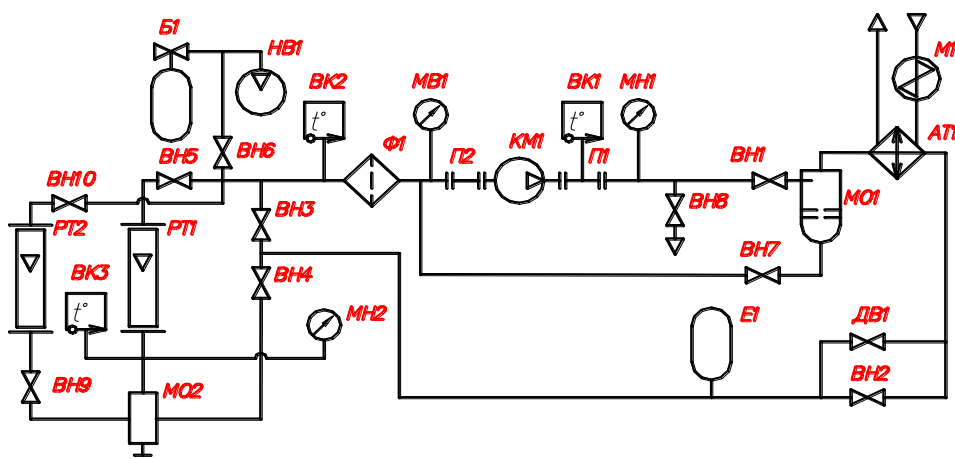


Рис. 1. Пневмогидравлическая схема стенда для исследования и испытаний компрессоров: АТ1-аппарат теплообменный, Б1-баллон, ВК1-ВК3-термопреобразователь сопротивления, ВН1-ВН10-вентили, ДВ1-дроссельный вентиль, Е1-емкость, КМ1-компрессор, М1-электровентиль, МВ1-мановакуумметр, МН1-МН2-манометры, МО1-МО2-маслоотделители, НВ1-насос вакуумный, П1-П2-переходники, РТ1-ротамер РМ-40ГУ3, РТ2-ротамер РМ-10ГУ3, Ф1-фильтр

На стенде имеется возможность проводить испытания и исследования компрессоров с различными типами питания.

Стенд оснащен пультом управления (ПУ), который имеет необходимые защиты:

- по току короткого замыкания компрессора.
- по току короткого замыкания вентилятора.
- по превышению температуры обмоток электродвигателя компрессора.
- по току короткого замыкания вакуумного насоса.
- по току короткого замыкания оборудования, подключенного к питанию 220В.
- по току утечки.

В процессе обкатки компрессора с помощью комплекта измерительного К540 контролируются следующие параметры: напряжение питания, потребляемый ток и потребляемая мощность электродвигателя компрессора.

Схема подключения компрессоров СГГ-20-11-1, СГГ-2,8-11-1 представлена на рисунке 2.

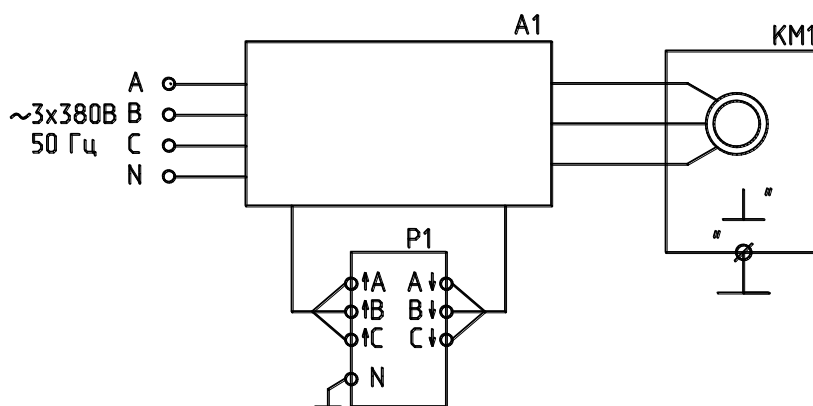


Рис.2. Схема питания компрессоров СГГ-20-11-1, СГГ-2,8-11-1: КМ1-компрессор, А1-пульт управления стенда, P1-комплект измерительный К-540

Схема подключения компрессора 1СГГ-1,8-11 с вентильным двигателем производится по схеме, приведенной на рисунке 3.

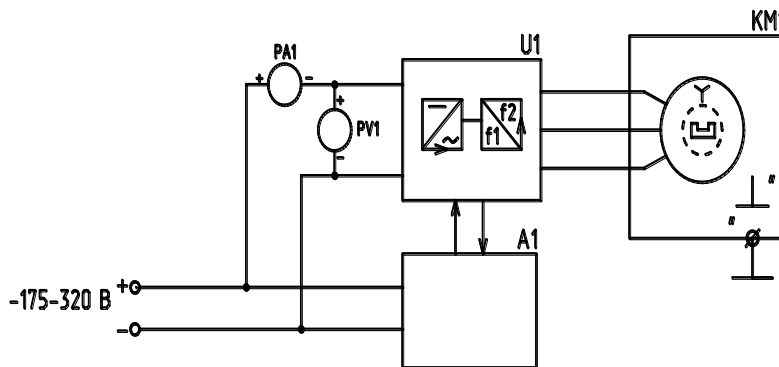


Рис.3. Схема питания компрессора 1СГГ-1,8-11-3: КМ1-компрессор, А1-пульт управления стенда, U1-преобразователь полупроводниковый ППВЭ-0,5, PA1-амперметр, PV1-вольтметр

Обкатка компрессора СГГ-20-11-1,127В производится при напряжении питания 127 В и частотой переменного тока 50 Гц. Отличие от схемы питания компрессоров СГГ-20-11-1, СГГ-2,8-11-1 заключается в наличии понижающего трансформатора типа ТС-10,0 380/127 между пультом управления и компрессором.

Электродвигатель компрессора СГГ-20-11-1,127В рассчитан на регулируемую частоту переменного тока 25-50 Гц и, соответственно, напряжение 63,5-127В. Выбор напряжения 127В обусловлен нижним пределом напряжения питания кондиционера 175В постоянного тока. Использование стандартных напряжений 220В или 380В переменного тока для двигателей, потребовало бы в этом случае дополнительных узлов, повышающих напряжение питания

электродвигателя и, соответственно, увеличило массогабаритные характеристики преобразователей.

На стенде, проведя модернизацию схемы электропитания, аналогичную схеме, приведенной на рис.3, планируется исследование электротехнического комплекса «система питания – система управления – асинхронный двигатель компрессора». Исследованию будет подвержен кондиционер АКЛ-12, имеющий в своем составе инвертор, преобразователь частоты, асинхронный двигатель, спиральный компрессор [2].

В то же время, практически полное отсутствие данных по электродинамическим характеристикам спирального компрессора с асинхронным двигателем в режиме переменных нагрузок инициировало исследование компрессора.

При этом для испытаний предлагается схема электропитания, приведенная на рисунке 4.

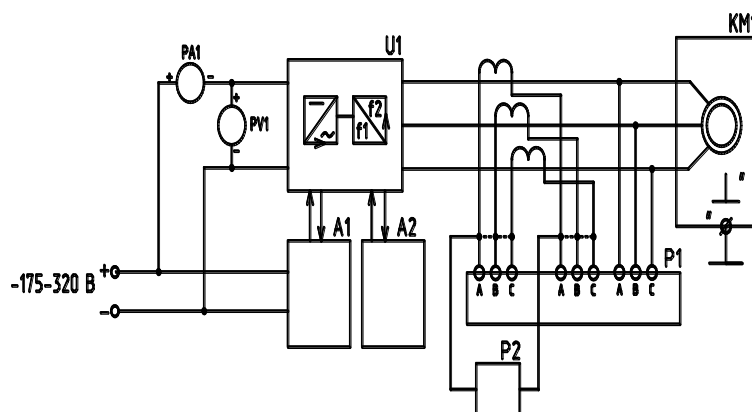


Рис.4. Схема питания компрессора СГГ-20-11-1, 127В:

KM1-компрессор, A1-пульт управления стенда, A2-персональный компьютер, P1-комплект измерительный К-506, P2 – осциллограф, U1 – преобразователь напряжения

Список литературы:

1. Опыт создания корабельной холодильной техники и перспективы ее использования в надводном кораблестроении/А.В. Громов, В.Г. Деньгин, Р.М. Мифтахов, П.Д. Руденок// «Военное кораблестроение. Надводное кораблестроение в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы.» Материалы межотраслевой научно-технической конференции «ВОКОР-2004» (1 ЦНИИ МО РФ), С-Пб, 2004.

2. Некоторые аспекты разработки системы «инвертор – преобразователь частоты – асинхронный двигатель – компрессор» для автономного кондиционера /А.С.Выдрина// «Техника и технология современного нефтехимического и нефтегазового производства» Материалы 3-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов, студентов, творческой молодежи профильных предприятий и организаций, учащихся старших классов, Омск, 2013.

УДК 621.5.

**СОЗДАНИЕ ДМКС АДАптирующейСя к Изменяющимся
УСЛОВИЯМ ЭксплуАтАции****А.В. Кочурин**

ООО «Научно-технический комплекс «Криогенная техника», г. Омск, Россия

kochurin@mail.ru

В докладе приводятся результаты по разработке высокоэффективного управления холодопроизводительностью дроссельной микрокриогенной системы (ДМКС) путем непосредственного воздействия на привод компрессора. Рассматриваются вопросы исследования алгоритма регулирования холодопроизводительности в пусковом и стационарном режимах работы ДМКС.

На основе проведенного анализа литературы выбрана схема регулирования производительности компрессора по величине температуры криостатирования [1].

На базе серийно выпускаемого блока пневмопитания создана замкнутая ДМКС, позволяющая регулировать производительность компрессора по величине температуры криостатирования - используется сигнал термодатчика, установленного в объекте криостатирования. Для снятия рабочих характеристик системы создан экспериментальный стенд [3].

В ходе работ были проведены исследования по:

- снятию тепловых характеристик компрессора
- определению нагрузки на двигатель при изменении оборотов компрессора
- определение зоны устойчивой работы ДМКС по частоте напряжения питания.

Исследования приводились при различных температурах окружающей среды (нормальные условия, +60 °С, -60 °С), при этом контролировались температура в зоне криостатирования, температура компрессора и двигателя, нагрузка на двигатель, частота напряжения питания, давления всасывания и нагнетания.

В ходе испытаний выяснилось, что на пониженной частоте вращения происходили остановки компрессора и инвертор показывал перегрузку по току. Причина заключается в недостаточности маховых масс электропривода и компрессора для изменения направления движения поршней в мёртвых точках, что вызывает пульсации момента нагрузки на валу двигателя. Неравномерность вращения ротора вызывает увеличение потребляемого тока и как следствие снижение КПД двигателя т. к. электропривод разработан для не регулируемой ДМКС рассчитанной на работу в стационарном режиме на частоте вращения 11200 об/мин. Поэтому пришлось установить ограничения минимально допустимой частоты вращения, при этом имеется запас по холодопроизводительности. На рисунке 2 приведены расчетный и экспериментальные графики изменения потребляемой мощности при изменении температуры от -60 до +60 °С.

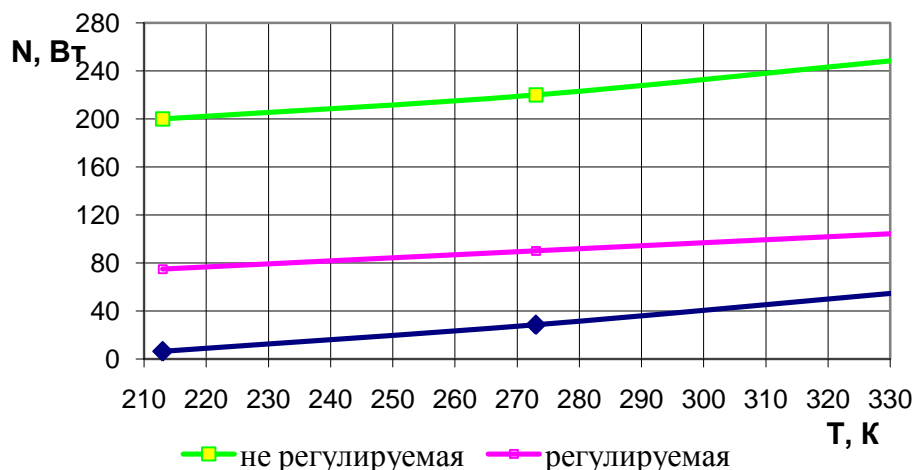


Рис. 1. Графики изменения потребляемой мощности при изменении температуры

Из графиков видно, что энергопотребление в рабочем режиме в зависимости от условий эксплуатации снижается в среднем в 2,5 раза от пускового режима, а так же возможно дальнейшее снижение потребляемой мощности при условии создания специально спроектированного для регулируемой ДМКС электропривода.

На основании полученных результатов, для защиты двигателя от перегрузок при работе на низких частотах вращения инвертор был настроен на минимально допустимую частоту 104 Гц (таким образом автоматическое регулирование частоты питающего напряжения осуществляется в диапазоне от 104 до 400 Гц). Точность поддержания температуры криостатирования ПИД-регулятором задана в интервале 78-80 К.

При запуске системы с теплопритоком к имитатору фотоприёмного устройства (ФПУ) - 0,8 Вт (измеренный при температуре +60 °С с учетом теплоты отходящих паров). Через 18 минут начались остановки двигателя, кратковременные скачки тока до 1,775 А (при работе на установленной минимально допустимой частоте 104 Гц.).

Из-за опасения виткового замыкания обмоток статора, связанного с повышением температуры двигателя было принято решение, не меняя алгоритма управления увеличить нагрузку на дроссельный цикл. Для увеличения нагрузки на цикл в ФПУ установлен тепловой мост, теплоприток достиг 1,95 Вт (при температуре +60 °С с учетом теплоты отходящих паров) [2].

При работе на режиме ДМКС стабильно держит температуру криостатирования на уровне 79 К при частоте вращения 135-145 Гц и потребляемой мощности 120-140 Вт. Результаты замеров представлены на графиках (рисунок 2).

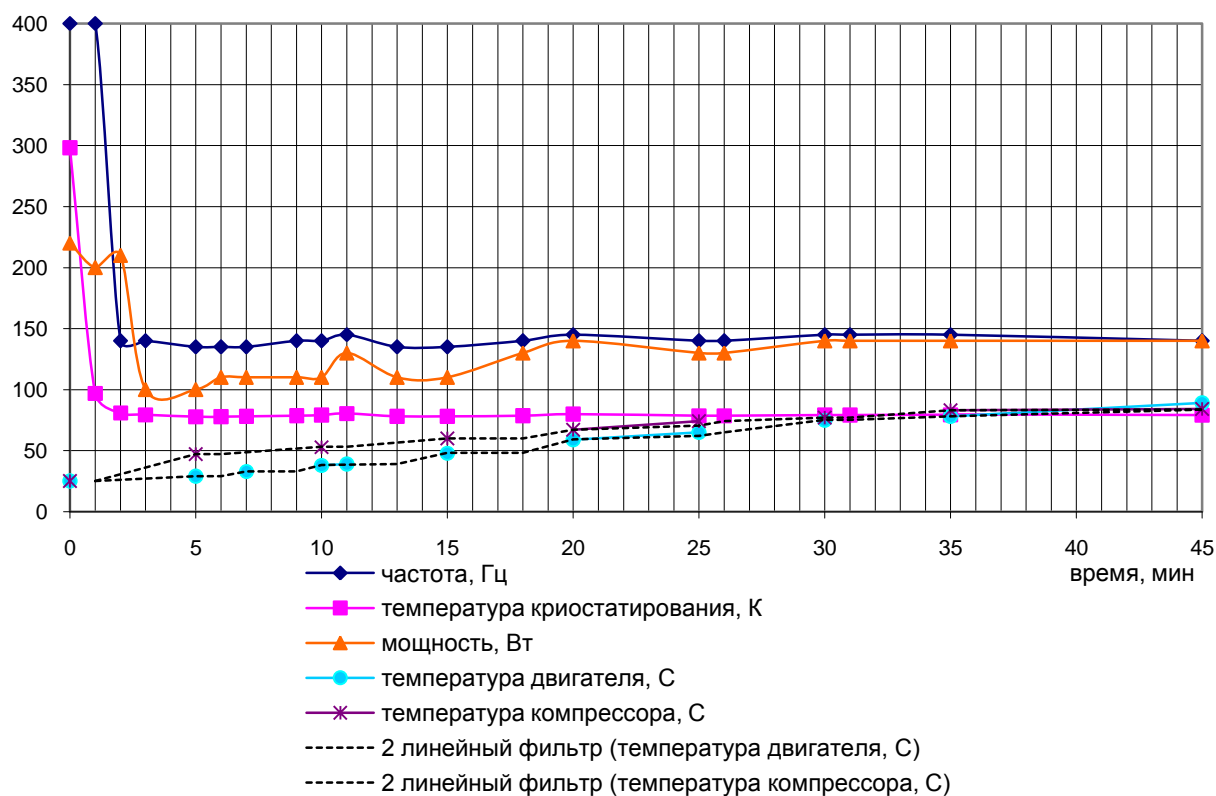


Рис. 2. Параметры ДМКС с теплопритоком к ФПУ – 1,95 Вт.

В ходе работ для снижения давления всасывания, а следовательно и нагрузки на компрессор экспериментально определено минимальное давление заправки при котором ДМКС устойчиво работает в заданном интервале температур (от -60°C до $+60^{\circ}\text{C}$). Так же в результате выполненных работ установлены параметры регулирования (интегральная и дифференциальная постоянная и зона пропорциональности). Устранены скачки частоты питающего напряжения и потребляемой мощности. ДМКС стабильно держит температуру криостатирования в стационарном режиме в заданном интервале температур.

Выполненные работы показали, что создание ДМКС адаптирующейся к изменяющимся условиям эксплуатации позволяет снизить энергопотребление, массогабаритные размеры и увеличить ресурс системы. Регулирование производительности в зависимости от тепловой нагрузки на цикл ведет к значительному снижению оборотов и мощности в длительном стационарном режиме работы ДМКС, к росту ресурса компрессора, который как минимум пропорционален снижению числа оборотов, к росту изотермического КПД процесса сжатия и к возможности работы без принудительного обдува. Таким образом, разработка высокоэффективного управления холодопроизводительностью ДМКС путем непосредственного воздействия на привод компрессора является актуальной научно-технической проблемой и имеет перспективное научное направление в технике и физике низких температур.

Список литературы:

1. Гриценко В.И., Кочурин А.В. Создание и исследование ДМКС с регулируемым приводом компрессора. Динамика систем, механизмов и машин: Матер. V Междунар. науч.-техн. конф. Омск: ОмГТУ, 2004. Кн.2. с.19-22.
2. Гриценко В.И., Кочурин А.В. Проблемы создания дроссельных микрокриогенных систем с регулируемым приводом компрессора. Омский научный вестник. Омск: ОмГТУ, 2006. №1 (34), с.73-76.
3. Кочурин А.В. Перспективы ДМКС с регулируемым приводом компрессора. Техника и технология современного нефтехимического и нефтегазового производства. Материалы 3-й научно-технической конференции. Омск: ОмГТУ, 2013. Кн.2. с.71-75.

УДК 66.074

ВЫБОР СХЕМЫ СЖАТИЯ И ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ДЛЯ ПОЛЕВОГО АВТОНОМНОГО ВОЗДУШНОГО ЗАПРАВЩИКА

А.В. Михалев, В.М. Ильин

ООО «Научно-технический комплекс «Криогенная техника», г. Омск, Россия

carcun@mail.ru

Наиболее доступным и дешевым криоагентом для баллонных дроссельных микрокриогенных систем (БДМКС) является атмосферный воздух. Для его использования применяют малогабаритные заправщики производительностью от 1 до 5 м³/ч, содержащие компрессор высокого давления, систему осушки и очистки воздуха, узел заправки баллонов [1,2].

Одной из основных частей заправщика является система очистки, к которой предъявляются жесткие требования по глубине (глубина очистки по СО₂ – 1ppm, влагосодержание (точка росы минус 65 °С при 150 кгс/см²) и массогабаритным показателям при отсутствии внешнего энергопотребления[3].

С другой стороны, тип используемого компрессора во многом определяет схему заправщика и влияет на систему очистки и осушки. В случае применения поршневого смазываемого компрессора компримируемый газ загрязняется парами смазки и продуктами ее разложения, что приводит к необходимости дополнительной очистки. Мембранный тип компрессора не ухудшает чистоту газа, но в этом случае на вход компрессора должен подаваться осушенный газ.

Результаты рассмотрения возможности организации системы очистки при использовании компрессоров различных типов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Номенклатура примесей и организация системы очистки

Тип компрессора	Примеси	Система очистки	
		Расположение	Состав
1. Поршневой смазываемый	Влага, СО ₂ , углеводороды, масло и продукты его разрушения,	Ступени	Влагомаслоотделители
		Нагнетание	Сменные химический и адсорбционные фильтры
2. Поршневой без смазки цилиндров	Влага, СО ₂ , углеводороды, износ пар трения	Ступени и нагнетание	Влагоотделители и сменные фильтры
3. Мембранный	Влага, СО ₂ , углеводороды	Всасывание	Сменные фильтры
4. Комбинированный		До всасывания мембранной ступени	Влагоотделители и сменные фильтры

Из приведенных в таблице 1 данных можно сделать следующие выводы по применимости компрессоров:

- поршневые смазываемые компрессоры вносят в перерабатываемый воздух примеси масла, и продуктов его разрушения, что усложняет очистку и ограничивает возможности расположения элементов на ступенях;
- применение мембранного компрессора связано с необходимостью организации системы очистки на всасывании, где использование сменных фильтров малоэффективно;
- возможности организации системы очистки для поршневого без смазки цилиндров и комбинированного компрессоров различаются несущественно, причем размещение элементов на ступенях позволяет снизить массу системы очистки.

С учетом требований к заправщику были рассмотрены различные схемы реализации системы очистки и осушки и типы компрессоров, имеющие следующие характеристики:

- производительность – $Q=1 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- рабочее давление – $P_{\text{раб}}=39 \text{ МПа}$ ($400 \text{ кгс}/\text{см}^2$);
- ресурс (время защитного действия системы очистки и осушки) - $\tau_{\text{зд}}=100 \text{ ч}$;
- концентрация паров воды и диоксида углерода в атмосферном воздухе – $C_{\text{H}_2\text{O}}=40 \text{ г}/\text{м}^3$, $C_{\text{CO}_2}=600 \text{ ppm}$ соответственно.

1 схема – поршневой 3 – 4 ступенчатый компрессор со смазкой цилиндров.

2 схема – поршневой 4 ступенчатый V-образный 2-х цилиндрический компрессор со ступенчатым поршнем двойного действия. Угол развала между цилиндрами 60° , уплотнения изготовлены из самосмазывающегося композиционного материала.

3 схема – трехступенчатый мембранный компрессор

4 схема - комбинированная схема, в которой первые две ступени сжатия – поршневые, а третья - мембранная.

В результате сравнительного анализа различных методов сжатия и очистки (таблица 2) можно сказать, что применение того или иного типа компрессора и выбора системы очистки и осушки зависят друг от друга.

Компрессор со смазкой цилиндров позволит обеспечить ресурс свыше 2000 часов. Однако, для его работы в составе заправщика необходима система маслоотделения, масса которой сопоставима с массой компрессора.

Основной проблемой, которую необходимо решить для реализации второй схемы – это минимизация перетечек воздуха по поршневым уплотнениям последней ступени при перепаде давления на уровне от 25 до 30 МПа (от 250 до 300 $\text{кгс}/\text{см}^2$) при диаметре поршня около 8 мм, а также отсутствие материалов отечественного производства для изготовления уплотнений, отвечающих заданным требованиям. Увеличение количества ступеней компрессора с целью снижения перепада давления, не снимая принципиально остроту поставленной проблемы, приводит к резкому росту его массогабаритных показателей.

Недостатки 3 схемы, наряду с неудовлетворительными массогабаритными показателями и сложностью конструкции, связаны с чувствительностью мембранных компрессоров к наличию влаги и других примесей в перерабатываемом воздухе и, как следствие, с необходимостью создания сложной и громоздкой системы очистки, атмосферного воздуха, поступающего на всасывание компрессора.

Таблица 2.

Массовые и ресурсные характеристики схемных решений

Схемное решение		Масса К/CO, кг	Ожидаемый ресурс К/CO, ч	Характеристика схемного решения
компрессора (К)	системы очистки (CO)			
Поршневой 3-4 ступенчатый со смазкой цилиндров	Очистка от масла и влаги на ступенях компрессора, от диоксида углерода и паров воды на нагнетании	30/44,9	2000/100	Необходимость системы очистки газа от масла
Поршневой 4 ступенчатый	Очистка от влаги на ступенях компрессора, от диоксида углерода и паров воды на нагнетании	40/15,2	1000/100	Большие габаритные размеры, сложность конструкции компрессора
Мембранный	Очистка от влаги на всасывании компрессора, от диоксида углерода на нагнетании	60/70	500/100	Большая масса и габаритные размеры, необходимость обеспечения очистки газа на входе в компрессор
Комбинированный	Очистка от влаги и диоксида углерода на поршневых ступенях компрессора	30/9	1000/100	

Исходя из жестких требований к массогабаритным характеристикам и специфики применения, а также имеющегося научно технического задела и положительного опыта создания несмаз-

ваемых поршневых и мембранных компрессоров малой производительности [4], для оснащения заправщика, был выбран компрессор комбинированного типа, содержащий две поршневые несмазываемые ступени и одну мембранную. Принципиальная схема компрессора с системой очистки приведена на рисунке 1.

Работа заправщика осуществляется следующим образом: воздух из атмосферы засасывается компрессором, компримируется до давления 40 кгс/см^2 , при этом осуществляется отвод сконденсированных паров воды между ступенями компрессора. Далее воздух очищается от диоксида углерода и паров воды в химическом фильтре ХФ и цеолитовом адсорбере АД1 и подается на всасывание мембранной ступени компрессора, где сжимается до давления заправки и выдается потребителю через адсорбер АД2.

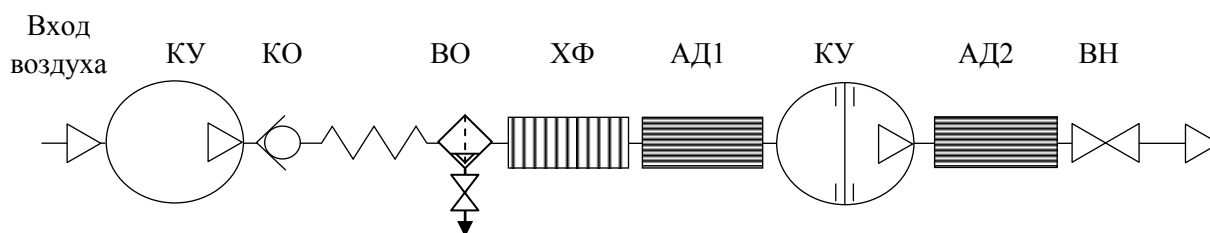


Рис. 1. Схема пневматическая принципиальная системы очистки и осушки воздуха с комбинированным компрессором: КУ – компрессор (поршневая и мембранная части), КО – клапан обратный, ВО – влагоотделитель, ХФ – химический фильтр, АД1, АД2 – цеолитовые адсорберы, ВН – запорный вентиль.

Заправщик, выполненный по такой схеме, обладает наименьшей массой из всех рассмотренных вариантов, а также позволяет реализовать преимущества обоих методов сжатия и рационально организовать систему очистки воздуха, обеспечивающую, наряду с основными функциями, защиту мембранной ступени от негативного воздействия примесей.

Список литературы:

1. Pure air generator PAG-350. Рекламный проспект фирмы Cryotechnologies AG (Франция).
2. Complete Systems for infrared cryogenic application/ Рекламный проспект фирмы BAUER-KOMPRESSOREN/
3. Ильин В.М., Баранов Е.Д., Михалев А.В. Фильтр очистки воздуха от диоксида углерода для средств заправки баллонных дроссельных микрокриогенных систем. (Одесса 2011)
4. А.Г. Винокуров, В.Г. Деньгин, В.М. Ермаков. Опыт создания и тенденции развития компрессоров без смазки для микрокриогенных систем. Сборник. Криогенное и холодильное оборудование и технологии. Омск. 1999, ч.2.

УДК 623.827: 628.84

РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ХОЛОДИЛЬНОЙ ВОДООХЛАЖДАЮЩЕЙ МАШИНЕ

А.А. Панютин А.Е. Раханский

ООО «Научно-технический комплекс «Криогенная техника», г. Омск, Россия

info@cryontk.ru

Задача работы заключается в исследовании характеристик судовой холодильной машины с переменным давлением кипения, что позволит определить способы (пути) регулирования потребляемой мощности и, в конечном итоге, оптимизацию ее величины.

Анализ проблем совместимости регулируемого преобразователя частоты и терморегулирующего вентиля в холодильной машине показал, что для использования основного преимущества регулируемого электропривода – энергосбережения – необходимо применять электронное дроссельное устройство с функцией поддержания и регулирования давления кипения хладагона.

В [1] показано, что применение механических и электронных ТРВ не оптимально по энергосбережению и отмечено, что алгоритм управления электронным расширительным вентилем определяет величину энергосбережения. Возникает необходимость предварительного расчетного исследования холодильной водоохлаждающей машины при переменных температурах (давлениях) кипения хладагона, для обоснования методик экспериментального исследования и дальнейшего исследования и использования в алгоритме управления машины.

Исследованиям подвергается судовой водоохлаждающая холодильная машина, имеющая в своем составе регулируемый электропривод и электронное дроссельное устройство. Схема холодильной машины показана на рисунке 1.

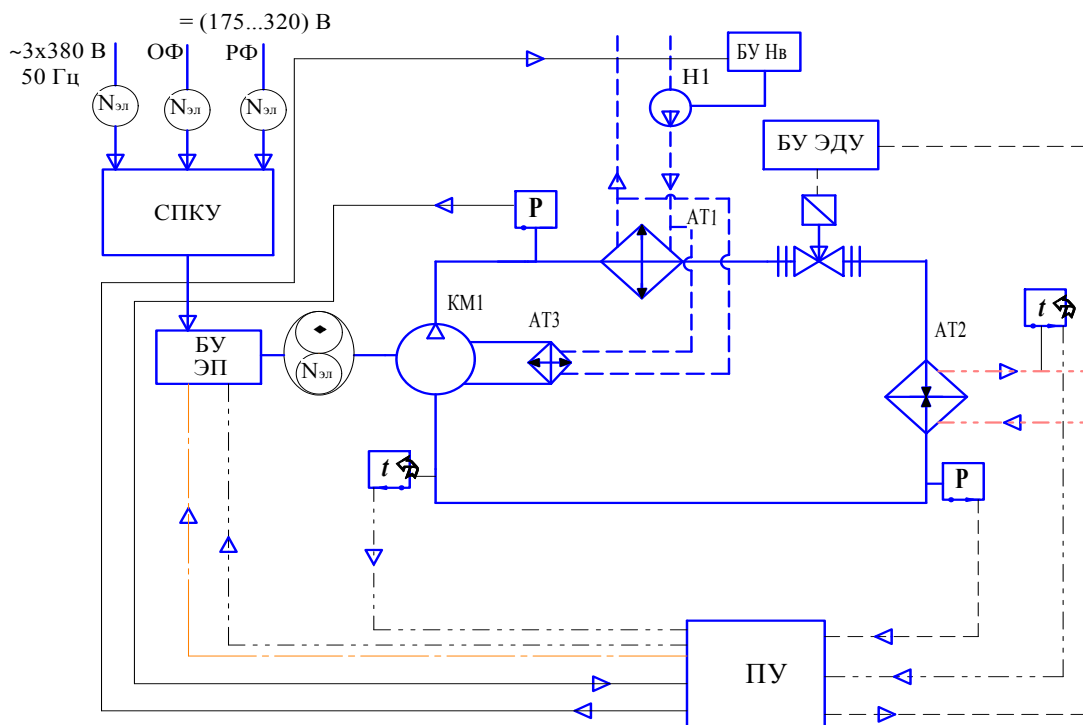


Рис. 1. Схема холодильной машины

КМ1-компрессор, АТ1-конденсатор, АТ2-испаритель, АТ3-маслоохладитель, Н1-насос охл. воды, ПУ - пульт управления, БУ ЭДУ - блок упр. электронным дроссельным устройством, БУ ЭП - блок упр. электропривода, БУ Нв – блок упр. насоса охлаждающей воды.

Составлена методика расчета данной системы и разработана компьютерная программа расчета, проведены варианты расчета системы на ПК.

На рисунке 2 показана зависимость потребляемой мощности и частоты вращения ротора компрессора холодильной машины от температуры воды на выходе из испарителя при постоянной холодопроизводительности 180 кВт. Для обычных холодильных машин при увеличении температуры воды на выходе испарителя растет как нагрузка на испаритель, так и потребляемая мощность. Но из анализа диаграммы видно, что при обеспечении заданной холодопроизводительности 180 кВт при регулировании частоты вращения компрессора потребляемая мощность уменьшается и, соответственно улучшаются энергетические показатели машины.

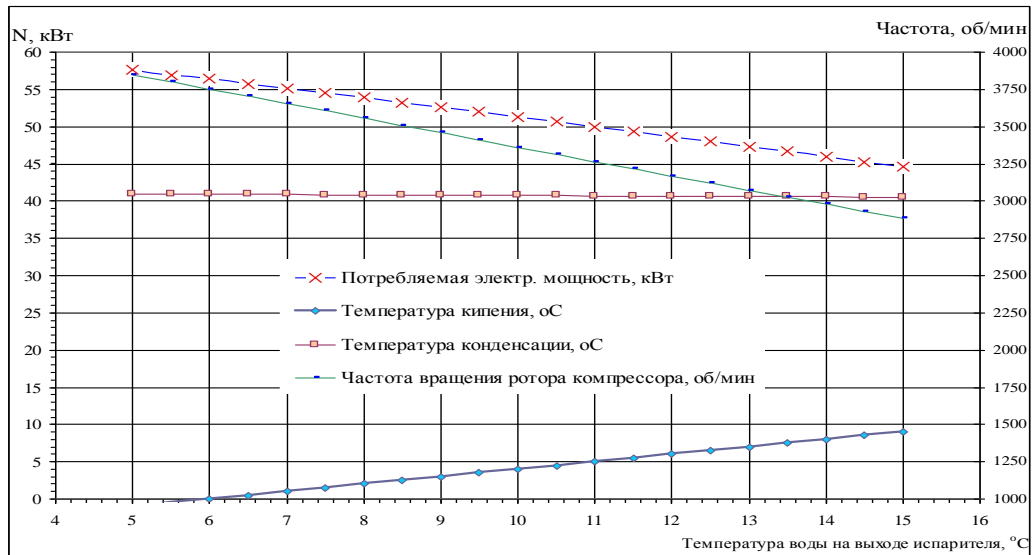


Рис.2. Зависимость потребляемой мощности и частоты ротора компрессора холодильной машины от температуры воды на выходе из испарителя при постоянной холодопроизводительности 180 кВт

На рисунке 3 показана зависимость холодопроизводительности холодильной машины от температуры воды на выходе из испарителя при различной температуре охлаждающей воды.

На рисунке 4 показана зависимость потребляемой мощности холодильной машины от температуры воды на выходе из испарителя при различной температуре охлаждающей воды.

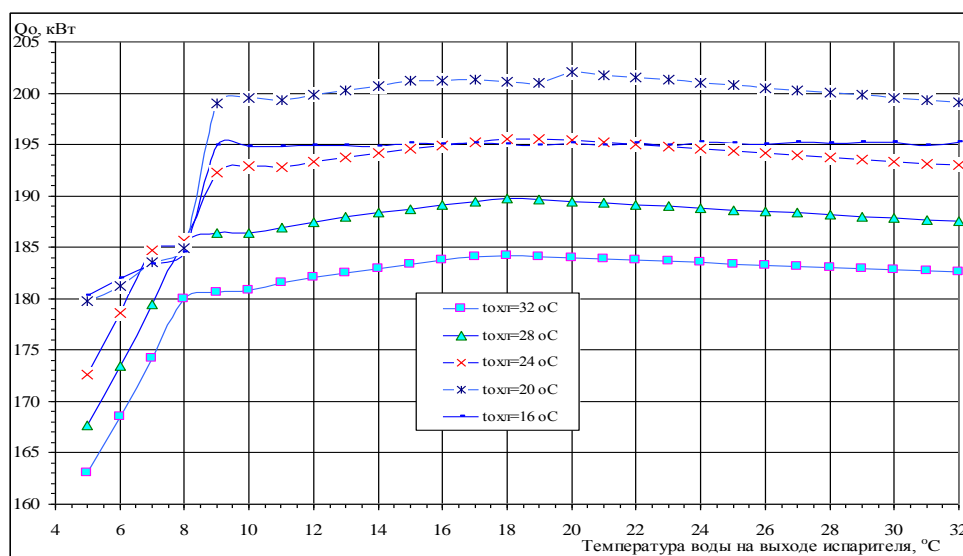


Рис.3. Зависимость холодопроизводительности холодильной машины от температуры воды на выходе из испарителя при различной температуре охлаждающей воды

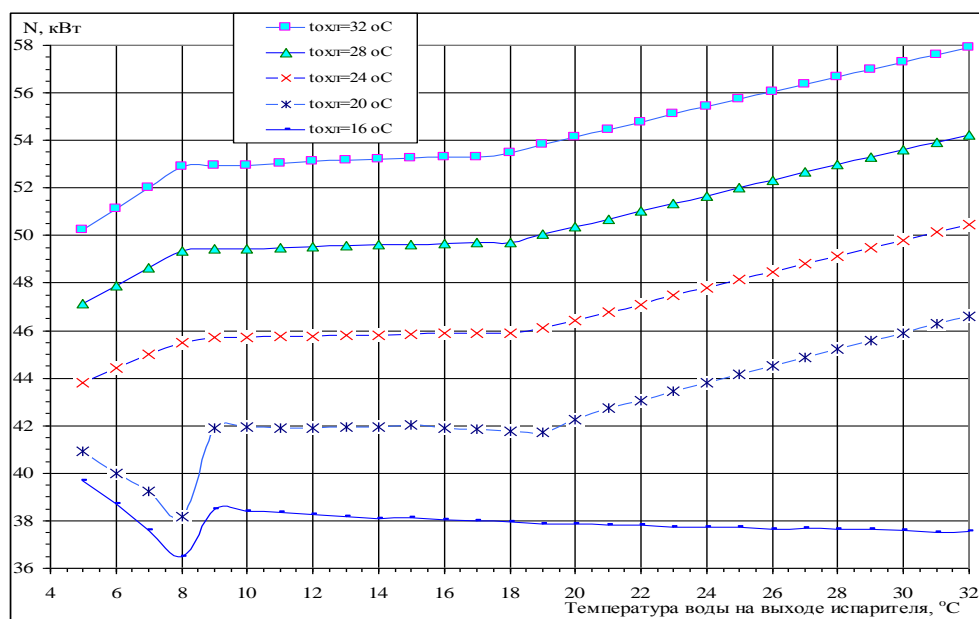


Рис.4. Зависимость потребляемой мощности холодильной машины от температуры воды на выходе из испарителя при различной температуре охлаждающей воды

На графиках рисунков 3 и 4 видно, что при увеличении температуры воды на выходе испарителя потребляемая мощность остается постоянной в диапазоне от 8 до 18 °C и растет в диапазоне от 18 до 32 °C, а холодопроизводительность остается практически постоянной на всем диапазоне температур воды на выходе испарителя и становится меньше заданной только при температуре ниже 8 °C. При уменьшении температуры охлаждающей воды в конденсаторе от 32 до 16 °C уменьшается потребляемая мощность.

На основе расчетов создан предварительный алгоритм изменения давления кипения в холодильной машине в зависимости от заданной температуры хладоносителя [2] и создана система управления и конструкция судовой автоматизированной холодильной машины холодопроизводительностью 180 кВт. Изготовлен опытный образец, готовятся испытания.

Список литературы:

1. Катраев М.Ю. Повышение эффективности холодильной установки // Холодильная техника. 2011. №4. С. 4 – 5.
2. Панютин А.А. К вопросу энергоэффективности холодильной машины судовой системы кондиционирования воздуха //Техника и технология современного нефтехимического и нефтегазового производства: Материалы 3-й науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов, студентов, творческой молодежи профильных предприятий и организаций, учащихся старших классов (Омск, 24-25 апреля 2013 г.) в 2 кн. Омск, 2013.

УДК 621.592

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ КРИОГЕННЫХ ЕМКостей

М.В. Подгорная

ООО «Научно-технический комплекс «Криогенная техника», г. Омск, Россия

nis151@mail.ru

Теплоизоляция криогенных емкостей защищает внутренний сосуд с криопродуктом от притока тепла из окружающей среды. Требования к эффективности теплоизоляции низкотемпературного оборудования возрастают с понижением температуры кипения криопродукта, так как небольшое количество тепла вызывает испарение сравнительно большого количества сжиженного газа. Потери от испарения криопродукта напрямую зависят от теплоизоляции, поэтому к качеству ее выполнения и применяемым теплоизоляционным материалам предъявляются высокие требования. Одним из основных критериев, предъявляемым к теплоизоляции криогенных емкостей является минимальная величина коэффициента теплопроводности. Но также при выборе вида теплоизоляции необходимо учитывать вес, стоимость, технологичность изготовления и монтажа, срок службы.

Существуют различные виды теплоизоляции криогенных емкостей:

- высоковакуумная;
- вакуумно-порошковая;
- вакуумно-волоконная;
- вакуумно-многослойная;
- экранно-вакуумная.

Каждый вид обладает достоинствами и недостатками, а также ограничен сферой применения.

При производстве цистерн для хранения и транспортирования продуктов разделения воздуха наиболее часто применяется вакуумно-порошковая, вакуумно-волоконная или вакуумно-многослойная теплоизоляция.

На предприятии ООО «НТК «Криогенная техника» наиболее распространена вакуумно-порошковая теплоизоляция. Она применяется как в резервуарах холодных газификаторов, емкостей, предназначенных для хранения криопродуктов, так и в транспортных цистернах.

Процесс изолирования межстенного пространства между кожухом и внутренним сосудом при применении вакуумно-порошковой теплоизоляции состоит из двух этапов: засыпки теплоизоляционного пространства и окончательного вакуумирования. Засыпка теплоизоляционных материалов осуществляется через технологическое отверстие (мембранный узел изделия) при создании разрежения в межстенном пространстве. Процесс изолирования осуществляется на специальном стенде для сушки и засыпки порошковой теплоизоляции (см. рис.1), состоящей из электропечи для сушки порошкового материала, бункера-осадителя, вакуумных насосов. Окончательное вакуумирование осуществляется с помощью механических вакуумных насосов с предельным давлением откачки $1 \cdot 10^{-3}$ кПа.

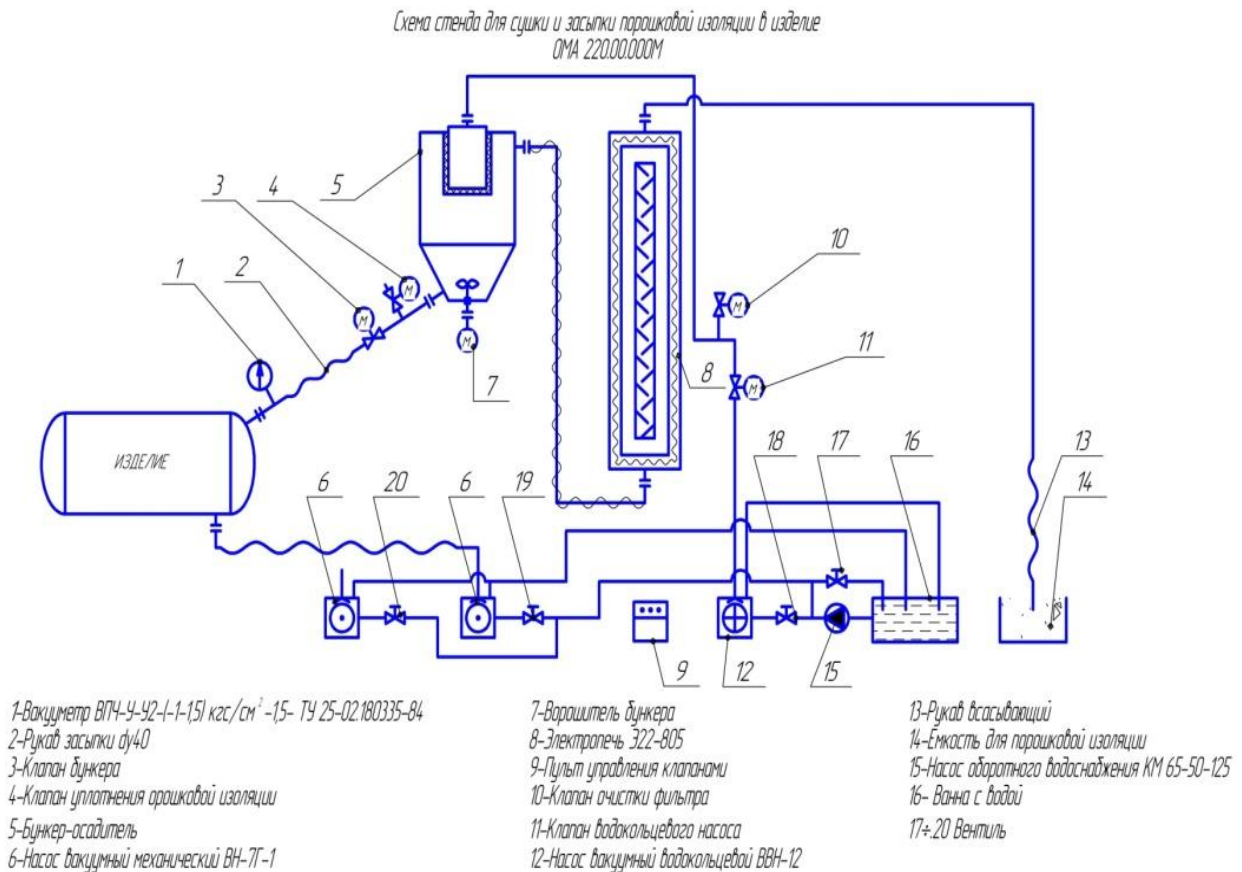


Рис. 1. Стенд для сушки и засыпки порошковой теплоизоляции в изделие

Для изготовления вакуумно-порошковой теплоизоляции используется смесь песка перлитового и пирогенной двуокиси кремния. Она обладает следующими преимуществами: малой усадкой после засыпки, хорошей сыпучестью, низким газовыделением в вакууме, стойкостью к воздействию температур, длительным сроком службы и относительно невысокой стоимостью. К недостаткам вакуумно-порошковой теплоизоляции относятся: значительный вес и сравнительно высокий коэффициент теплопроводности. По экспериментальным данным коэффициент теплопроводности применяемых смесей порошков при вакууме менее 13,3 Па и граничных температурах 293 К и 77 К находится в пределах 1,3...1,5 мВт/(м·К).

В настоящее время для изделий вместимостью больше 25 м³ на предприятии ООО «НТК «Криогенная техника» применяется вакуумно-многослойная теплоизоляция. Такая теплоизоляция позволяет не только снизить массогабаритные показатели, но и имеет коэффициент теплопроводности в 4-5 раз ниже, чем у вакуумно-порошковой, за счет снижения теплопритока излучением и более высокой величины вакуума $5 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-3}$ Па. Ранее на предприятии изготавливались емкости ЦТК-1/0,25, ЦТК-3,2/0,25, ЦТК-6,3/0,25 с вакуумно-многослойной теплоизоляцией, где в качестве экранирующего материала использовалась металлизированная пленка ПЭТФ 12 мкм, а прокладочного — полотно из стекловолна. Теплоизоляция состояла из 70 слоев экранов. Теплоизоляционные материалы наносились на сосуд спиральной намоткой экранов и прокладок между ними с двух рулонов. Затем стенд нанесения теплоизоляции был модернизирован, и применялась спирально-орбитальная намотка.

Первым изделием с емкостью более 6 м³, изготовленным на ООО «НТК «Криогенная техника» с вакуумно-многослойной теплоизоляцией стала транспортная цистерна ЦТК-25/0,25 (см. рис.2).



Рис. 2. Цистерна ЦТК-25/0,25

В разработанном изделии использовалась теплоизоляция на основе экранов из пленки ПЭТ-КДА и ПЭТ-Э и прокладочных материалов Gore-tex. Их отличительной особенностью является обеспечение плотности и поддержания формы за счет структурного плетения нити. Это делает материал прочным и позволяет исключить клеевые добавки на основе смол и других органических соединений для связи волокон, обычно используемых в традиционных материалах, что значительно снижает затраты на предварительную подготовку материала к использованию и последующее газовыделение в вакууме.

Как показали экспериментальные исследования теплоизоляции, состоящих из 15 слоев, в зависимости от плотности укладки экранов тепловая нагрузка при граничных температурах 293 К и 77 К может составлять 1,1-1,5 Вт/м² (соответствует кажущейся теплопроводности 0,035 - 0,05 мВт/(м·К)).

В конструкции криогенных емкостей применены теплоизоляционные одеяла на основе предложенных материалов, состоящие из 13 экранов из пленки ПЭТ толщиной 6 мкм с односторонней алюминизацией и 16 слоев материала Gore-tex. Слои матов между собой простеганы нитями ЛЭС, обеспечивающими фиксацию слоев при соответствующей плотности экранов.

Разработанная технология монтажа включает ряд новых решений, отличающих ее от традиционной технологии, и позволяющей обеспечить надежную фиксацию слоев относительно сосуда и необходимый натяг, исключающий провисание. Стыковка одеял одного слоя осуществляется с помощью монтажного пояса. При их креплении использованы застежки Velcro. Последующие слои одеял накладываются с перехлестом. Для увеличения прочности верхнего слоя одеял использован материал с армирующей сеткой типа Teril. Верхний слой дополнительно фиксируется стеклотентой. На двух опытных криогенных емкостях поверх теплоизоляции был смонтирован защитный чехол из отожженного тонкого стеклохолста.

В рамках опытной работы на нескольких изделиях была применена многослойно-порошковая вакуумная теплоизоляция. Такой тип теплоизоляции позволяет одновременно снизить теплоприток из окружающей среды по сравнению с вакуумно-порошковой теплоизоляцией, снизить теплоперенос излучением, и сократить материальные затраты относительно экранно-вакуумной теплоизоляции за счет уменьшения необходимого количества экранов.

По результатам испытаний транспортных цистерн получены следующие коэффициенты теплопроводности:

- для вакуумно-порошковой теплоизоляции – 1,26...1,5 мВт/(м·К);
- для вакуумно-многослойной теплоизоляции – 0,085...0,11 мВт/(м·К);
- для многослойно-порошковой вакуумной теплоизоляции – 0,75...0,85 мВт/(м·К).

Выбор теплоизоляции зависит не только от ее эффективности, но и от конструкции криогенной емкости. Если не обеспечить сравнительно малый теплоприток по «тепловым мостам» (подвески, опоры, трубы), то применение высокоэффективных видов теплоизоляции может оказаться неоправданным. Целесообразность применения того или иного вида теплоизоляции зависит от требований предъявляемых к изделиям, технологической возможности и стоимости, которая

часто является определяющим фактором для заказчика. Поэтому для обеспечения эффективности хранения жидкости в резервуарах выбор вида теплоизоляции должен осуществляться в зависимости от конструктивных особенностей емкости, группы криопродукта и дополнительных требований в каждом конкретном случае.

Список литературы:

1. Модернизация транспортных криогенных емкостей и холодных газификаторов/ В.Н. Дудышева, Н.В.Павлов, В.В. Мостовой.// Технические газы. 2008. № 3. С. 68-72.
2. Цистерны для перевозки криогенных продуктов/ Л.В. Попов, Е.И. Рогальский, И.В. Левин, В.Н. Уткин и др.// Технические газы. 2008. № 5. С. 68-72.
3. Каганер М.Г. Тепловая изоляция в технике низких температур. М.: Машиностроение, 1966. 276 с.

УДК 621.56; 621.59

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ КРИОГЕННОЙ ЦИСТЕРНЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА**О.Н. Медведева, В.О. Фролов**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

medvedeva-on@mail.ru

Системы автономного газоснабжения (АСГ), основанные на использовании сжиженного углеводородного газа (СУГ) и сжиженного природного газа (СПГ), давно применяются во всем мире и обладают рядом преимуществ перед другими видами топлива. Использование СУГ и СПГ дает, во-первых, экологический эффект, поскольку эти виды топлива в минимальной степени наносят ущерб окружающей среде. Во-вторых, высвобождаются большие площади, где прежде хранилось твердое или жидкое топливо. Наконец, в-третьих, в ряде случаев экономится довольно значительное количество электроэнергии.

Наиболее эффективным средством доставки газа в сжиженном виде является использование контейнеров-цистерн, которые позволяют сократить потери продукта, при этом упрощается процесс транспортировки и сокращается время перевозки. На сегодняшний день производителей криогенных цистерн в России не так много, в отличие от компаний, предлагающих продукцию различных производителей. Поскольку технологические особенности построения системы автономного газоснабжения определяют конструкцию цистерны, большинство производителей изготавливают схожие емкости.

На сегодняшний день производителей криогенных цистерн в России гораздо меньше, чем компаний, которые предлагают продукцию различных производителей. Но как показывает анализ, большинство производителей изготавливают схожие криогенные емкости, имеющие однотипные конструктивные элементы (криогенная емкость, система коммуникаций, распределительная, контрольно-измерительная и предохранительная арматура), но есть и отличительные особенности в конструкции отдельных узлов и систем.

Для решения задачи по улучшению эксплуатационных возможностей криогенной цистерны предлагается модернизация конструкции за счет устройства в цистерне дополнительной оболочки, что позволит снизить теплопередачу к СПГ и экономически эффективнее использовать цистерну на большей части маршрута доставки сжиженного природного газа потребителям.

Модернизация конструкции предлагается на базе автомобильной цистерны для хранения и транспортирования сжиженного природного газа, разработанной ПК НПФ «ЭКИП».

Поставленная задача достигается тем, что в автомобильной цистерне для транспортирования сжиженного природного газа, содержащей основную оболочку, закрепленную на автомобильной платформе, внутри которой размещен сосуд для перевозки СПГ, а пространство между основной оболочкой и сосудом заполнено изолирующим материалом, согласно предлагаемому решению между основной оболочкой и сосудом для перевозки СПГ установлена и закреплена дополнительная оболочка, а пространство между основной и дополнительной оболочкой используют для перевозки жидкостей (хладоносителей), имеющих температуру кипения выше температуры окружающего воздуха, и температуру плавления, сопоставимую с температурой кипения перевозимого сжиженного природного газа, а пространство между дополнительной оболочкой и сосудом заполнено изолирующим материалом (рис. 1).

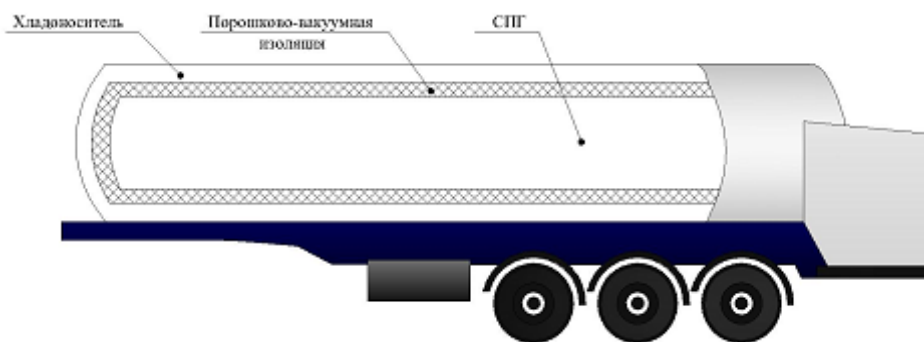


Рис. 1. Модель криогенной цистерны

Криогенная цистерна снабжена арматурой, приборами для замера уровня, давления и температуры, предохранительными устройствами от превышения рабочего давления во внутреннем сосуде, теплоизолирующей полости и трубопроводах. Температура СПГ равна температуре, принимается равной минус 160°С, что обеспечивает невоскипание при транспортировке. В пространство между наружной оболочкой и дополнительной оболочкой криогенной цистерны, из накопительной емкости для хладонотеплоносителя при помощи насоса (например, электронасос марки БЭН) подают хладонотеплоноситель. Температура хладонотеплоносителя равна температуре окружающей среды и составляет примерно минус 27°С для холодного периода. После наполнения криогенной цистерны сжиженным природным газом и хладонотеплоносителем, она доставляет данные энергоносители потребителям. У потребителя хладонотеплоноситель используется для регификации СПГ, после чего в охлажденном состоянии подается во внутренний сосуд цистерны, и доставляется на завод по сжижению. На заводе по сжижению охлажденный хладонотеплоноситель используется для охлаждения сетевого газа перед компрессорной в теплообменном оборудовании. Подробное описание принципа работы системы приводится в [1,2].

Проведенный расчет модернизированной цистерны на прочность в зависимости от гидростатического давления СПГ и хладонотеплоносителя позволил определить толщину стенки сосуда, при которой приложенная нагрузка не вызывает напряжений, превышающих максимально допустимые. Расчет был проведен для внутренней оболочки для хранения СПГ, для промежуточной оболочки и для наружной оболочки. В результате были получены зависимости толщины стенки от напряжения в сосуде цистерны:

- для внутренней оболочки:

$$h = 0,6558 \cdot (\sigma_1)^{-0,912}, \quad (1)$$

где σ_1 - напряжения в цилиндрической части оболочки цистерны;

- для промежуточной оболочки:

$$h = 1,9035 \cdot (\sigma_1)^{-0,9193}, \quad (2)$$

- для внешней оболочки:

$$h = 2,9042 \cdot (\sigma_1)^{-0,9394}. \quad (3)$$

В расчетах было принято, что внутренняя оболочка модернизированной цистерны выполнена из алюминиевого сплава АМГ5 с пределом текучести 120МПа, а промежуточная и внешняя оболочки выполнены из стали 09Г2 с пределом текучести 365МПа. Как показывает анализ результатов расчета, наибольшим напряжением является напряжение в цилиндрической части оболочки от действия продольной силы.

Для оценки экономической эффективности применения предлагаемого способа транспортировки сжиженного природного газа различным категориям потребителей было произведено его сравнение с базовым. В качестве базового варианта рассмотрена схема доставки СПГ с помощью существующей автомобильной цистерны-полуприцепа. Предлагаемый вариант газоснабжения

реализуется с помощью разработанной конструкции криогенной цистерны. Ожидаемые результаты принимаем одинаковыми. Горизонт расчетов считаем равным сроку службы системы: $t = \overline{1, T}$.

Таким образом, экономический эффект запишется в следующем виде:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} = \mathcal{Z}_1 - \mathcal{Z}_2 = & \left[\sum_{p=1}^P K_{1p} \sum_{m=0}^n \alpha_{t=mt_0} + I_1 \sum_{t=1}^T (1+E)^{-t} \right] - \\ & - \left[\sum_{p=1}^P K_{2p} \sum_{m=0}^n \alpha_{t=mt_0} + I_2 \sum_{t=1}^T (1+E)^{-t} \right], \end{aligned} \quad (4)$$

где K_{1p} , K_{2p} – капитальные вложения в p -тый элемент системы по базовому и предлагаемому вариантам, соответственно, руб.; m – номер очередных капитальных вложений; n – количество очередных капитальных вложений; $t=mt_0$ – год очередных капитальных вложений; t_0 – срок службы p -того элемента системы, лет; α – коэффициент эффективности капитальных вложений, 1/год; I_1 , I_2 – эксплуатационные расходы на обслуживание, энергетические ресурсы по базовому и предлагаемому вариантам, соответственно, руб./год; t – номер года эксплуатации; T – срок службы системы, лет; E – норма дисконта, 1/год, принимается равной средней кредитной ставке банка в условиях рыночной экономики, $E=0,1$ 1/год.

Экономический эффект от применения предлагаемой конструкции криогенной цистерны составит $\mathcal{E}_2 = 2599521$ рублей, или в относительном выражении $\Delta = 12,9\%$, средняя величина экономии электрической энергии за счет уменьшения мощности компрессора (в пересчете на 1 кг природного газа) составляет $\Delta \mathcal{E} = 0,124 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}}$.

Принципиальная новизна предложенного конструктивного решения автомобильной цистерны для транспортировки сжиженного природного газа, отраженная в полученном патенте [2], состоит в том, что цистерна позволяет использовать наружную оболочку для транспортирования хладоносителя при температуре наружного воздуха, а внутреннюю для транспортировки СПГ.

Список литературы:

1. Медведева О.Н., Фролов В.О. Разработка конструкции автомобильной цистерны для доставки сжиженного природного газа // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело", 2012. №3. С. 108 – 114.
2. Свидетельство на полезную модель №115309. Цистерна для транспортировки сжиженного природного газа / О.Н. Медведева, В.О. Фролов: приоритет полезной модели 21.07.2011, зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей РФ 27.04.2012. Срок действия патента до 21.07.2021.

УДК621.594

ВЫБОР ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ МНОГОРЕЖИМНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО И ГАЗОФИЦИРОВАННОГО АЗОТА НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ ПО КРИТЕРИЯМ НАДЁЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ

В.В. Редькин, М.В. Кулик

Межрегиональное общественное учреждение Институт инженерной физики, г. Серпухов
Московской обл., Россия

oniokr@mail.ru

Одной из основных систем комплекса технологической защиты (КТЗ) атомных электростанций (АЭС) является система охлаждения и флегматизации атомных реакторов азотом [1]. Система может использоваться как при плановых и внеплановых остановах, так и в аварийных ситуациях. В последнем случае, как показал опыт ликвидации аварий на Чернобыльской АЭС и на АЭС в Японии, требуется форсированное охлаждение реактора с расходом азота на порядок больше, чем при флегматизации. Для этой цели на площадках АЭС в аварийном порядке создаются крупнотоннажные системы хранения и газификации жидкого азота. Неэффективность такого технического решения для аварийной защиты реактора АЭС в условиях дефицита времени очевидна.

Альтернативным техническим решением, обеспечивающим форсированное охлаждение атомного реактора с последующей флегматизацией, является включение в комплекс технологической защиты АЭС крупнотоннажной азотной криогенной системы. Строить последнюю целесообразно на базе энергетически автономной турбомашинной воздухоразделительной установки (ВРУ) для получения жидкого азота и его газификации с заданной производительностью. Термодинамические характеристики энергетически автономной ВРУ зависят от совершенства прямого и обратного криогенного циклов (соответствующего силового агрегата и криогенного блока), а также от КПД машинного оборудования ВРУ.

Показатели надёжности ВРУ для получения жидких и газифицированных продуктов разделения воздуха зависят от: числа ступеней охлаждения; типов машинного оборудования; от безотказности элементов системы контроля и управления, а также от безотказности подсистемы форсированной газификации; от времени восстановления блоков и элементов; времени вывода ВРУ на рабочий режим.

Показатели эффективности многорежимных (установок с резервными режимами работы) ВРУ зависят от использования для резервирования идентичных и неидентичных подсистем и элементов (например, адсорбционной подсистемы разделения воздуха [9] вместо низкотемпературной ректификационной подсистемы, накопительных ёмкостей вместо криоблока [10], дроссельного вентиля вместо жидкостного детандера [10] и т.д.).

Целью настоящей работы является выбор криогенного цикла и принципиальной структурной схемы, которые могут быть положены в основу воздухоразделительной турбомашинной установки для получения и газификации жидкого азота.

Выбор криогенного цикла и принципиальной структурной схемы установки проводился по последовательно применяемым критериям надёжности и термодинамической эффективности [8, 10, 11].

При сравнении вариантов схем ВРУ тип Аж использовались результаты расчётных исследований [3, 4], проектные данные ОАО «Криогенмаш» [5] и показатели безотказности машинного оборудования [2].

В качестве конкурирующих вариантов криогенных циклов турбомашинных ВРУ рассматривались:

1) цикл среднего давления с турбодетандером, предварительным охлаждением воздуха в холодильной машине и разделением воздуха в узле двукратной ректификации (для установки ОАО «Криогенмаш» ВРУ типа Аж среднего давления [4, 5]);

2) цикл «Компаунд» акад. П.Л. Капицы [6] с детандированием азота низкого давления в циркуляционном цикле и дросселированием технологического потока воздуха среднего давления;

3) разработанная в МГТУ им. Н.Э. Баумана модификация цикла «Компаунд-МГТУ» с детандированием воздуха низкого давления в циркуляционном цикле и двухступенчатым дросселированием технологического потока воздуха среднего давления (с воздушным турбокомпрессором низкого давления и дожимающим воздушным турбокомпрессором).

На этапе сравнения конкурирующих вариантов принципиальных структурных схем ВРУ типа Аж по критерию надёжности рассматривались показатели безотказности турбомашинного оборудования, на базе которого построены схемы установок.

Для этапа выбора криогенного цикла и принципиальной структурной схемы по критерию термодинамической эффективности были оставлены равнонадёжные конкурирующие варианты 2 и 3.

Сравнение названных равнонадёжных принципиальных структурных схем ВРУ типа Аж – «Компаунд» и Аж – «Компаунд-МГТУ» по удельному расходу энергии ($l_{уд}$) позволяет выбрать в качестве основного варианта схему, построенную по модифицированному криогенному циклу «Компаунд-МГТУ». При этом следует отметить преимущества, которые показала опытная эксплуатация ВРУ, построенная по схеме «Компаунд», по сравнению с серийными установками высокого давления [4]:

- ✓ быстрый вывод на рабочий режим (не более двух часов);
- ✓ простота технологической схемы и использование турбомашинного оборудования;
- ✓ пониженное давление сжатия упрощает и удешевляет изготовление аппаратуры холодного блока;
- ✓ высокая эксплуатационная надёжность и эффективность, благодаря использованию турбомашин с высоким КПД.

При этом отметим, что повышенная термодинамическая эффективность ВРУ типа Аж – «Компаунд-МГТУ» достигается за счёт: двухступенчатого дросселирования воздуха среднего давления; получения и хранения жидкого криопродукта при повышенном давлении и при более высокой температуре [7].

Таким образом, выбранное схемное решение турбомашинных ВРУ типа Аж – «Компаунд-МГТУ» целесообразно использовать при построении надёжных и эффективных крупнотоннажных азотных криогенных систем атомных электростанций.

Список литературы:

1. Кемаев О.В., Коробков А.А., Кулик М.В., Редькин В.В. Формирование комплекса технологий и систем для экологически безопасного вывода из эксплуатации энергоблоков АЭС // Атомный проект. 2013. № 15. С. 76.
2. Сравнительный анализ криогенных циклов установок обратной конденсации паров азота / Е.И. Микулин, Н.В. Филин, В.В. Редькин и др. // Химическое и нефтяное машиностроение. 1993. № 2. С. 1417.
3. Беляков В.П. Криогенная техника и технология. М.: Энергоиздат, 1982.
4. Наринский Г.Б., Ольшанский Э.Е. Сопоставительный анализ установок ожижения азота высокого и среднего давления // Химическое и нефтяное машиностроение. 1990. № 5. С. 15 – 17.
5. Воздухоразделительные установки нового поколения: Проспект ОАО «Криогенмаш». Балашиха, 2007. С. 18.
6. Капица П.Л. Научные труды. Физика и техника низких температур. М.: Наука, 1989. 392 с.
7. Редькин В.В. Термодинамические преимущества и экономическая эффективность транспортировки метана в абсорбированном состоянии // Газовая промышленность. 1973. № 9. С. 19-21.
8. Редькин В.В., Козлов М.В., Лагутин М.Б. Методика предпроектного анализа эффективности конкурирующих вариантов схем криогенных установок и комплексов // Химическое и нефтяное машиностроение. 1991. № 9. С. 18 – 19.
9. Никифоров Ю.В., Глухов С.Д., Казакова А.А., Получение жидкого азота с помощью адсорбционной воздухоразделительной установки и криогенной газовой машины // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». 2012. С. 202 – 205.

10. Гнеденко Б.В., Козлов М.В., Редькин В.В. Особенности анализа эффективности криогенных систем с резервными режимами работы / Под ред. В.Н. Новотельнова. Л.: ЛТИХП, 1984. С. 3–8.

11. Матюхин В.Г. Термодинамический анализ систем криостатирования // Сб. науч. трудов НПО «Криогенмаш», 1978. С. 28 - 41.

УДК 621.57

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЛЛОНА С КРИОГЕННОЙ ЗАПРАВКОЙ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.О. Некрасова, Д.В. Сармин, Д.А. Угланов, А.Б. Цапкова

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева
национальный исследовательский университет, г. Самара, Россия

Экономические, эксплуатационные и специальные требования, предъявляемые к емкостям хранения газов и криогенных жидкостей, требуют создания более совершенных конструкций, способных выдерживать большое давление, иметь увеличенный ресурс работы, способствовать снижению потерь рабочего тела, удовлетворять технологиям ускоренной заправки, отвечать требованиям безопасности и иметь необходимую живучесть.

Обычно рабочие тела технологического и специального назначения хранятся и транспортируются либо в газообразном сжатом виде в баллонах высокого давления, либо в криогенно-жидком состоянии.

Они, заправляемые в емкости, используются в следующих технологиях: как технологические газы; как топливо в промышленных установках и для бытовых целей; как газообразное топливо на транспорте; как газы для систем вытеснения и наддува баков и емкостей; как топлива регазифицированные из криогенного продукта; как криогенные жидкости для охлаждения.

В случае использования природного газа на транспорте или в энергетике он заправляется в баллоны или емкости до давления 20 МПа и выше. Заправка осуществляется на газонаполнительных станциях путем компримирования, при этом продолжительность заправки составляет несколько минут и сопровождается нагревом баллона, что снижает ресурс последнего, влечет его недозаправку или увеличивает время наполнения. Заправка компримированием требует существенных затрат энергии для компрессора.

В настоящее время широкое применение начинают находить технологии на основе использования сжиженного природного газа (СПГ). Параллельно существуют технологии хранения и транспортировки рабочих тел в криогенно жидком состоянии, после чего использование рабочего тела осуществляется после регазификации в газообразном виде.

Дроссельные системы охлаждения работают за счёт расхода азота (или смесей газов) из баллонов высокого давления[1]. К таким рабочим телам предъявляются повышенные требования по их чистоте, что осуществляется за счёт их регазификации из криогенно-жидкого состояния.

Использование в военной технике криогенных жидкостей для систем охлаждения на борту летательных аппаратов не отвечает требованиям эксплуатации.

Таким образом, из приведенного выше следует, что объективно полезным и своевременным будет разработка и создание универсального оборудования, способного удовлетворять существующим технологиям применения компримированных газов и криогенных жидкостей.

Так, например, на газонаполнительных компрессорных станциях при существующей инфраструктуре и технологиях заправки было бы уместно совместить применяемый в настоящее время способ наполнения баллонов компримированием с заправкой из криогенно – жидкого состояния.

Примером совмещения существующих и перспективных технологий является патент «Топливный баллон» Самарского государственного аэрокосмического университета (патент № 2163699, Россия, МПК 7F17C9/02, 99114577/06 заявл. 02.07.1999, опубл. 27.02.2001. Бюл. № 6). На рис. 1 представлен эскиз баллона по этому патенту[2].

Положенные в основу изобретения идеи заключаются в том, что в случае заправки баллона газообразным продуктом, он работает как обычный, а в случае заправки равным по массе криогенным компонентом, баллон работает в более благоприятных условиях по давлению. Кроме того, внутренняя термосная емкость для криогенного компонента и теплоизоляции предотвращает тепловые удары, что характерно для обычных емкостей, и смягчает условия по термоциклической прочности конструкции. Расчёты показывают, что циклы силового нагружения давлением баллона в три раза ниже, чем при заправке компримированием.

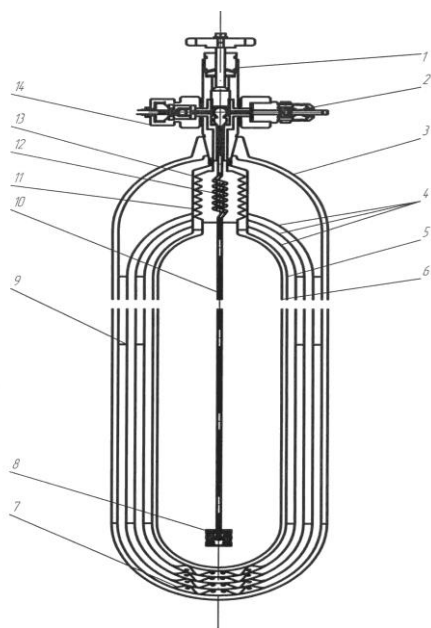


Рис. 1. Универсальный газовый баллон: 1- вентиль запорный; 2 – клапан предохранительный; 3 – баллон; 4 – изоляция; 5 – изоляция внутренней емкости; 6 – внутренняя ёмкость; 7 -проставки опорные; 8 - фильтр; 9 – проставки радиальные; 10 – стакан; 11 - трубка заправочная; 12 – змеевик; 13 - сильфон; 14 – штуцер.

В данной публикации результаты исследований по использованию баллона с криогенной заправкой в различных областях промышленности и техники.

В работе [3] представлен сравнительный анализ работы стандартного газификатора (рисунок 2) и газификатора на основе емкости с криогенной заправкой (рисунок 3). Первый газификатор для прокачки жидкости использует погружной плунжерный насос. Для работы по такой схеме требуется обеспечивать насосом высокое давление, так как это необходимо для подачи газифицированного продукта в емкость высокого давления.

С другой стороны представляется перспективным использовать газификатор на основе емкости с криогенной заправкой в составе комплекса газоснабжения с использованием СПГ (рисунок 3). При этом он может обеспечить как заправку баллонов газообразным продуктом, так и выполнить функции емкости высокого давления, обеспечивая постоянный расход газа в сеть, а также быть источником высокого давления газа для обеспечения нужд самой станции.

Рассматривая применение такой емкости как газификатора можно отметить следующее. Холодный газификатор (рисунок 2) для регазификации СПГ в атмосферных испарителях использует тепло окружающей среды и дополнительного тепла внешнего источника практически не потребляет. СПГ подается насосом высокого давления до давления на выходе 20 ... 25 МПа, после чего поступает в атмосферный теплообменник

высокого давления и рампу-ресивер. Основные энергозатраты приходятся на насос высокого давления, потребляемая мощность которого составляет 25 кВт(при расходе 50 л/мин), среднее время работы – 10 ... 16 часов в сутки.

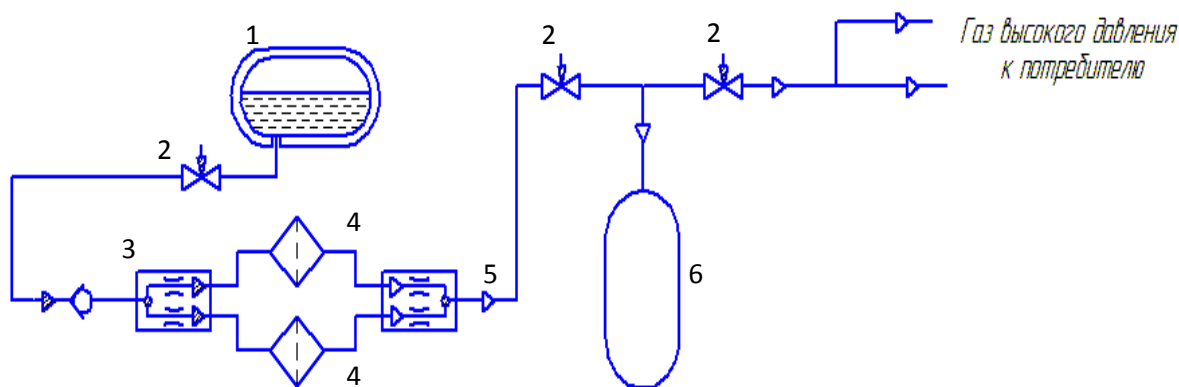


Рис. 2. Газозаправочная станция: 1 – емкость для хранения криогенной жидкости, 2 - вентиль, 3 - распределитель жидкости, 4 - теплообменники-испарители атмосферного типа, 5 - распределитель газа, 6 – заправочный баллон.

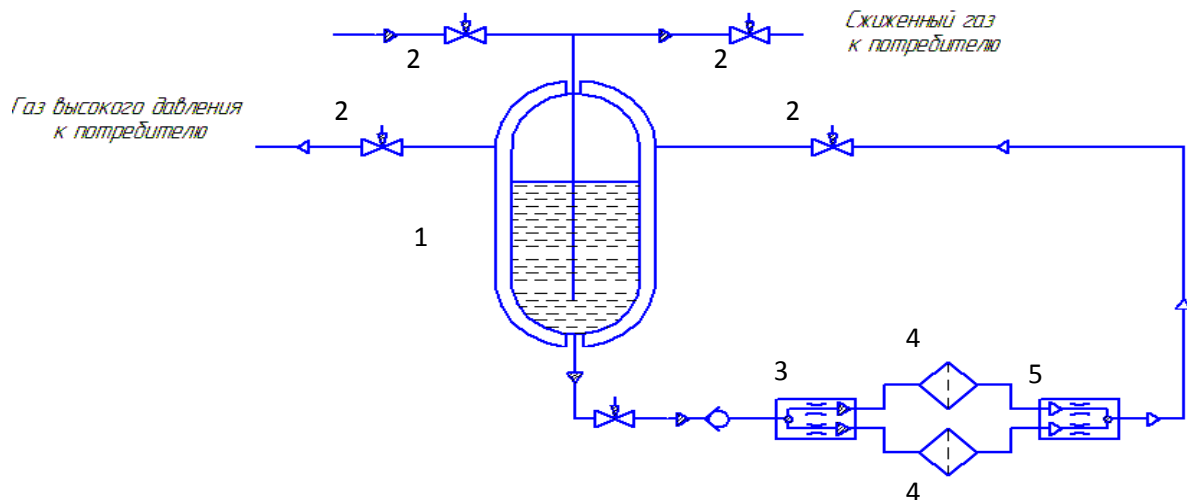


Рис. 3. Газозаправочная станция на основе универсального газового баллона
 1 – емкость для хранения криогенной жидкости, 2 - вентиль, 3 - распределитель жидкости, 4 - теплообменники-испарители атмосферного типа, 5 - распределитель газа.

В работе [3] выполнен расчет основных характеристик теплообменников дроссельных систем охлаждения (ДСО) на основе баллона высокого давления (БВД) и на основе баллона с криогенной заправкой (БКЗ) с азотом при температуре 130-135К при давлении 4МПа [4]. На рисунке 4 представлены рабочие циклы и схемы этих систем. В первом случае в дроссельной системе используется баллон высокого давления БВД, заправленный азотом с исходным давлением $p_o=30\text{МПа}$ и температурой $T_o=293\text{К}$. Во втором случае в составе дроссельной системы используется баллон с криогенной заправкой БКЗ.

Технико – экономическая оценка применения БКЗ в составе дроссельной системы охлаждения ДСО показывает в сравнении с БВД снижение массы системы в два раза либо пропорциональное увеличение времени ее функционирования, по сравнению с существующими штатными системами.

При этом было проведено сравнение двух вариантов БКЗ в составе ДСО:

1. Холодопроизводительность ДСО $Q = 10 \text{ Вт}$, объем баллона высокого давления и БКЗ 1 л.
2. Холодопроизводительность ДСО $Q = 0 \text{ Вт}$, объем баллона высокого давления и БКЗ 8 л.

Универсальность баллона, заключающаяся в возможности использования рабочего тела как из криогенно-жидкого состояния, так и газообразного, не вносит изменений в конструкцию охладителя, что позволяет использовать штатные микродрессельные системы охлаждения.

Расчёты показывают, что время работы ДСО можно увеличить за счёт БКЗ на 50 –80% (в зависимости от массы заправки рабочим телом), в то же время масса БКЗ больше БВД при равной холодопроизводительности на 5 – 20% в зависимости от объёма баллонов.

Для получения объективной характеристики оценки эффективности использования БКЗ в составе ДСО была введена удельная величина – коэффициент времени работы:

$$\chi = \frac{\tau_{дсо}}{m_{бал}}$$

где $\tau_{дсо}$ – время работы дроссельной системы, а $m_{бал}$ – масса баллона систем.

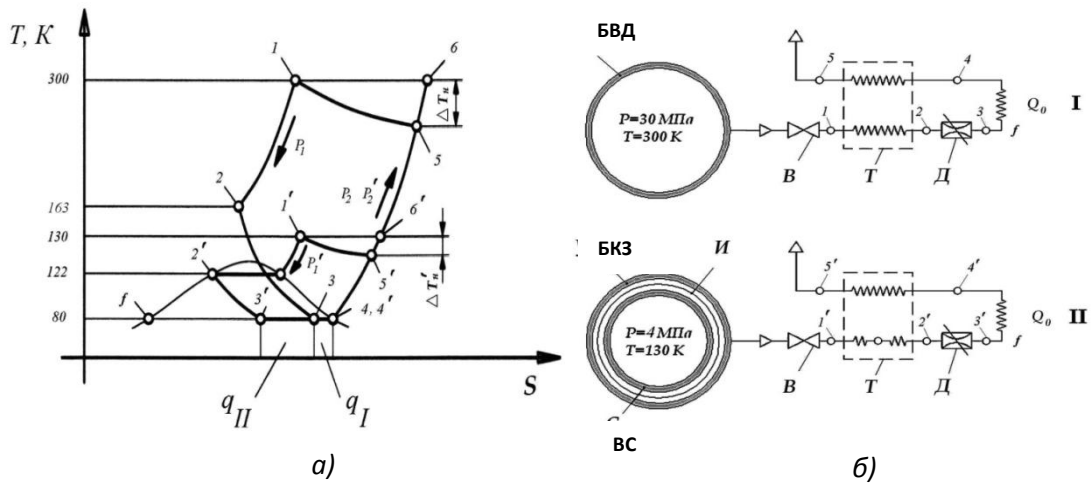


Рис. 4. Работа дроссельных систем охлаждения:

а) рабочий процесс в T-S диаграмме; б) – схемы дроссельных систем охлаждения:

I – обычная баллонная система; II – система с универсальным баллоном БВД – баллон высокого давления; В – запорный вентиль; Д – дроссельный вентиль; ВС – внутренний сосуд (термос) И – теплоизоляция; БКЗ – баллон с криогенной заправкой, Т – теплообменник

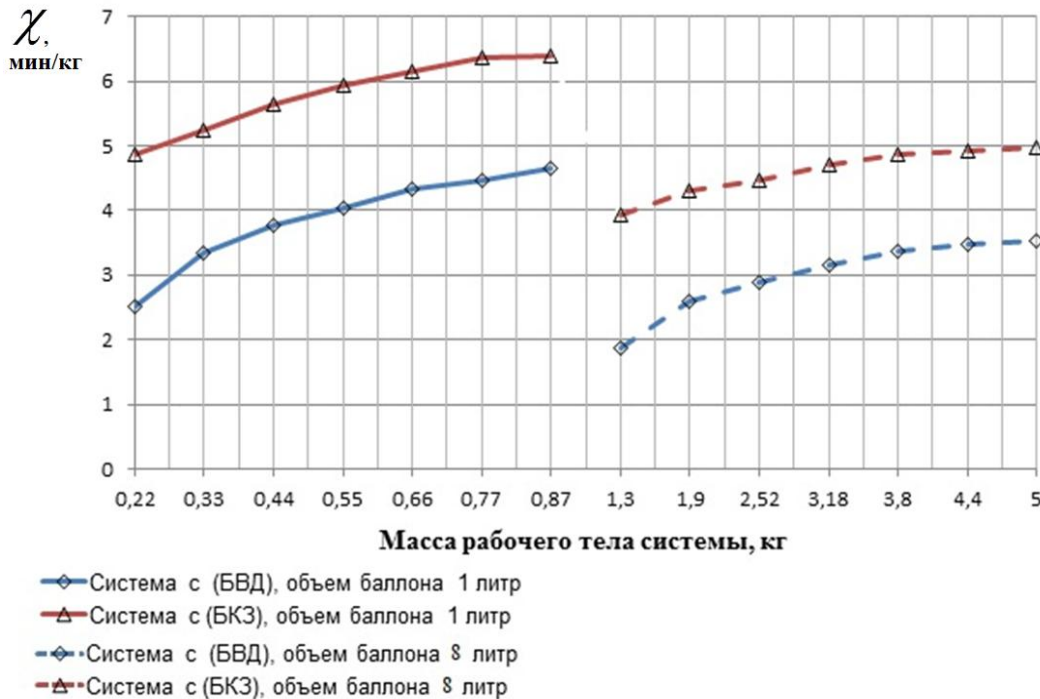


Рис. 5. Зависимость коэффициента времени работы от массы заправки баллона рабочим телом для двух типов емкостей

Из расчётов следует, что БКЗ при одинаковой массе заправки в составе ДСО увеличивает время работы бортовой системы охлаждения в 1,2–1,5 по сравнению с БВД. Или для фиксированного времени работы бортовую ДСО, в состав которой входит БКЗ, необходимо будет заправлять рабочим телом на 40-60% меньше по сравнению с ДСО на основе баллона высокого давления, что снижает суммарную массу баллона с рабочим телом 25–30% и компенсирует указанные выше 5...20% дополнительной массы БКЗ (Рисунок 5).

Таким образом, использование БКЗ позволяет снизить массогабаритные характеристики системы охлаждения и увеличить эффективность использования криогенных систем на борту ЛА.

На основании выше изложенного можно сделать вывод о перспективности предлагаемого технического решения и о возможности его применения в различных областях жизнедеятельности человека.

Список литературы:

1. Микулин Е.И. Криогенная техника [Текст] / Е.И. Микулин М.: Машиностроение, 1969.
2. Патент 2163699, Российская Федерация, МПК 7F17C9/02/ Топливный баллон [Текст] / А.И. Довгялло, С.В. Лукачев и др. заявитель и патентообладатель СГАУ. – №9911457706 заявл. 02.07.1997, опубл. 27.02.2001. Бюл. №6
3. Т.В. Ашихмина, Д.В. Сармин, Д.А. Угланов. Использование емкости высокого давления с криогенной заправкой в качестве хранилища-регазификатора для автономных комплексов газо-снабжения и железнодорожного транспорта // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. С.П. Королева. 201. №5. с. 76-83.
4. А.И. Довгялло, А.П. Логашкин, Д.В. Сармин, Д.А. Угланов, Е.С. Шатохин. Сравнение массовых характеристик баллона с криогенной заправкой и баллона высокого давления для дроссельной системы охлаждения // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. С.П. Королева. 2012. (принята в печать).

УДК 621.57

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОМ КОМПРЕССОРЕ

Е. В. Благин, А.И. Довгялло, Д.А. Угланов, А.Б. Цапкова

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева
национальный исследовательский университет, г. Самара, Россия

dmitry.uglanov@mail.ru

Термокомпрессор – устройство термического действия для повышения давления. Конструктивно, простейших термокомпрессор представляет собой сосуд с клапанами, в котором газ периодически нагревается и охлаждается. Изменение плотности газа в результате его нагрева и охлаждения приводит к периодическому повышению давления, которое можно использовать для нагнетания и всасывания газа [1].

Стремление увеличить КПД термокомпрессора приводило, как правило, к созданию агрегатов, включающих тепловой двигатель и механическую компримирующую машину. При этом, естественно, терялись основные преимущества устройств термического действия. В принципе, выгоднее создание таких термокомпрессоров, в которых подвод теплоты непосредственно приводит бы к сжатию газа с высокой эффективностью осуществляемых процессов.

Одним из направлений решения этой задачи служит разработка так называемых термомеханических машин. Повышение давления газа в них осуществляется также периодическим нагревом и охлаждением, то есть за счет теплоты, но эффективность термомеханических машин существенно выше. Это достигается разнесением мест подвода и отвода теплоты и введением внутренней регенерации тепла, для осуществления которой затрачивается некоторое, относительно небольшое количество механической энергии.

Принципиальная схема предлагаемого термомеханического компрессора представлена на рис. 1.

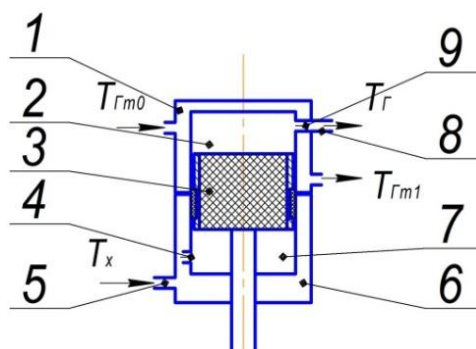


Рис.1. Принципиальная схема термомеханического компрессора

Основные элементы машины – цилиндр и вытеснитель 3, совершающий возвратно-поступательное движение. Вытеснитель делит внутренний объем цилиндра на две полости. В полости 2 поддерживается относительно высокая температура за счет подвода теплоты, а в полости 7 – относительно низкая температура в результате отвода теплоты. Полости сообщаются через регенератор 3, поэтому давление газа в обеих полостях в любой момент времени практически одинаково. При движении вытеснителя объем каждой полости циклически меняется от максимального значения до минимального и, наоборот, при постоянном их суммарном объеме.

В данной статье рассматриваются особенности моделирования тепловых процессов в полостях цилиндра термомеханического компрессора на примере горячей полости, работающего на сжиженном природном газе (СПГ), который предварительно газифицируется.

В полостях цилиндра происходит сложный термодинамический процесс – перемешивание газа прошедшего через регенератор с одновременным нагревом образовавшейся смеси от стенок цилиндра. Дополнительно к этому, периодически происходит расширение и сжатие рабочего тела за счет отвода и подвода рабочего тела через впускной и выпускной клапаны соответственно.

В связи с этим одновременный расчет всех этих этапов в рамках данной методики не представляется возможным. Поэтому предлагается разбиение расчета на 2 этапа. На первом этапе рассчитывается изменение параметров вещества в результате смешения газа, проталкиваемого через регенератор, с газом, который уже находился в этой полости. На этом же этапе должно учитываться изменение параметров за счет уноса (приноса) массы через клапаны. На втором этапе предлагается рассчитывать теплообмен вещества, находящегося в полости цилиндра, со стенками цилиндра.

В данном расчете принимаются следующие допущения: температура газа на выходе из регенератора постоянна; температура стенок горячей и холодной полости неизменна; не учитывается эффект расширения (сжатия) газа за счет отвода (подвода) газа через клапаны; коэффициент теплоотдачи не меняется в зависимости от состояния рабочего тела; Объем полости при каждом шаге расчета считается постоянным; Теплоемкость рабочего тела в конкретной полости не меняется (берется среднее значение); Тепло, затрачиваемое на компенсацию тепловых потерь в регенераторе, расходуется в течение пропорционально расходу газа через регенератор.

Расчет теплообмена горячей полости состоит из 2 этапов: первый этап – расчет перемешивания газов, второй этап – расчет нагрева газа от стенок.

Очевидно, что расчет перемешивания газов необходим только при прямом ходе поршня, когда газ из холодной полости ТМК переталкивается поршнем вытеснителем в горячую полость. При обратном ходе газ переталкивается из горячей полости в холодную, и никакого перемешивания газа в горячей полости нет.

На первом этапе определяется до какого температурного уровня нагреется газ на выходе из регенератора. При этом, необходимо учитывать, что теплота гидравлического сопротивления также нагревает рабочее тело.

$$T_{гex} = T_x + \frac{Q + Q_{\Delta p}}{C_p m_{x-z}}, \quad (1)$$

где $T_{гex}$ – температура газа на входе в горячую полость цилиндра, T_x – температура холодной полости цилиндра, Q и $Q_{\Delta p}$ – тепловые потоки от регенератора и гидравлического сопротивления регенератора, C_p – изобарная теплоемкость газа, m_{x-z} – масса газа, перешедшего из холодной полости в горячую за 1 цикл.

Затем определяется температура образовавшейся смеси:

$$T_{гсмi} = \frac{m_{zi-1} T_{zi-1} + (m_{zi} - m_{zi-1}) \cdot T_{гex}}{m_{zi}} \quad (2)$$

где $T_{гсмi}$ – температура образовавшейся в горячей полости смеси на текущем шаге расчета, m_{zi-1} и m_{zi} – масса газа, находящегося в горячей полости термокомпрессора на предыдущем и текущем шагах расчета соответственно, T_{zi-1} – температура газа в горячей полости термокомпрессора на предыдущем шаге расчета.

Эта формула справедлива для расчета при прямом ходе поршня-вытеснителя. При обратном ходе перемешивания нет, поэтому $T_{гсмi} = T_{гi-1}$.

Теперь необходимо определить до какой температуры нагреется газ за данный промежуток времени за счет теплообмена от стенок цилиндра.

$$T_{zi} = \frac{\alpha \cdot F_{гнос} \cdot T_{гсм} \cdot \Delta\tau + c_v \cdot m_{zi} \cdot T_{гсмi} - \frac{|m_{zi} - m_{zi-1}|}{m_{x-z}} (\Delta Q_{HP} + \Delta Q_{CTP})}{\alpha \cdot F_{гнос} \cdot \Delta\tau + c_v \cdot m_{zi}} \quad (3)$$

где T_{zi} – температура газа в горячей полости термокомпрессора на текущем шаге расчета, α – коэффициент теплоотдачи, $F_{гнос}$ – площадь поверхности теплообмена в горячей полости, $T_{гсм}$ – температура стенок в горячей полости, $\Delta\tau$ – временной интервал для одного шага расчета, c_v –

изохорная теплоемкость газа, $\Delta Q_{НР}$ и $\Delta Q_{СТР}$ - потери тепла вследствие теплопроводности насадки и потерь тепла по корпусу регенератора.

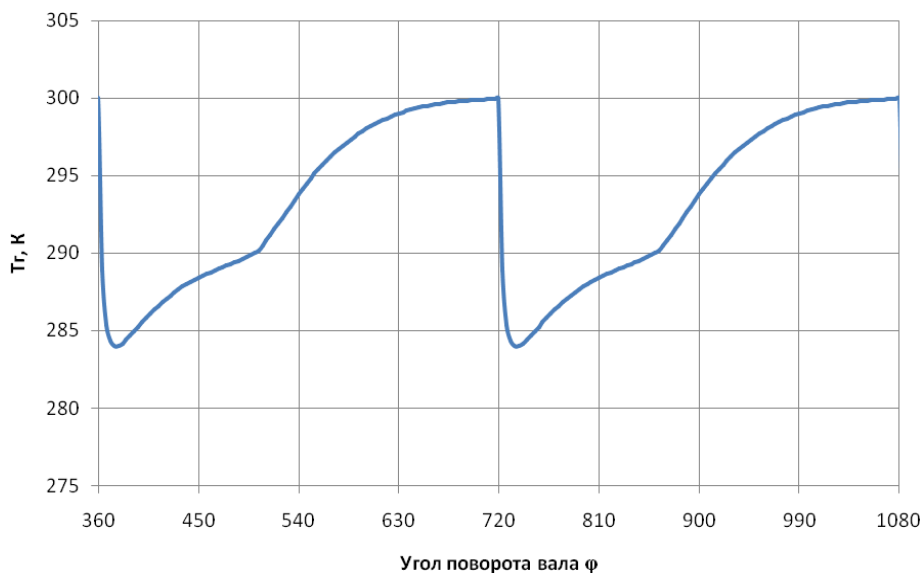


Рис.2. Изменение температуры газа в горячей полости цилиндра в зависимости от угла поворота вала

Таким образом, данная методика позволяет определить, как изменяется температура газа внутри горячей полости цилиндра, учитывая особенности теплового процесса регенеративного теплообменника. Для подтверждения адекватности данной модели создается экспериментальная установка для исследования процессов в термомеханическом компрессоре.

Список литературы:

1. М. Ю. Боярский Автономные криорефрижераторы малой мощности [Текст]/, А. Б. Грачёв, Н. В. Калинин и др.; Под ред. В. М. Бродянского. М.: Энергоатомиздат, 1984. 208 с.
2. Патент 2230222, Российская Федерация, МПК F04B19/24/ Термокомпрессор [Текст] / А. И. Довгялло, Д. А. Угланов, заявитель и патентообладатель СГАУ. - №2002111489/062002111489/06 заявл. 29.04.2002, опубл. 10.06.2004.

УДК 621.59

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА РАБОТЫ КРИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С КОМПРЕССИОННОЙ СИСТЕМОЙ КРИОСТАТИРОВАНИЯ

А.Ю. Баранов, Т.А. Малышева, Н.И. Гринфельд

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

krion.spb@rambler.ru

Введение

Криотерапевтические комплексы, это аппараты для реализации технологии общего криотерапевтического воздействия (ОКВ). ОКВ -нейшая физиотерапевтическая методика, основанная на стимуляции холодовых рецепторов кожного покрова пациентов [4]. Для эффективной стимуляции рецепторов необходимо переохладить слой кожи, в котором они залегают до температуры -2°C . Глубина залегания холодовых рецепторов составляет 0,17 мм. Но переохладить кожу только в пределах этого слоя невозможно. Благодаря относительно высокой теплопроводности покровных тканей, переохлаждение достаточно быстро распространяется вглубь тела. Для локализации зоны переохлаждения, в пределах так называемой оболочки тела [3], ограничивают продолжительность сеанса ОКВ и снижают температуру охлаждающего газа до уровня менее 140 К.

В таких температурно-временных условиях для достижения необходимого переохлаждения кожи с поверхности тела необходимо отвести значительное количество теплоты (460 кДж/м^2) [3]. С учетом ограниченной продолжительности процесса охлаждения $\tau_{\text{охл}} \leq 180 \text{ с}$, средняя плотность теплового потока с поверхности тела пациента составляет $2,6 \text{ кВт/м}^2$. С учетом полной площади поверхности тела, тепловая нагрузка на систему криостатирования зоны ОКВ в среднем составляет не менее 4 кВт. Организация отвода теплового потока такой мощности на температурном уровне 140 К, представляет собой сложную тепловую задачу.

ВЫБОР СПОСОБА ОТВОДА ТЕПЛОТЫ ИЗ ЗОНЫ ОБЩЕГО КРИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В исследованиях, выполненных в рамках программы оптимизации техник и технологии общей криотерапии, установлено, что оптимальным вариантом организации процесса общего криотерапевтического воздействия является индивидуальные процедуры. Индивидуальная схема ОКВ обеспечивает более рациональное использование энергии. КПД одноместного криотерапевтического комплекса достигает 70%, в то время как в многоместных устройствах наилучшим показателем является уровень в 50% [1]. Наиболее рациональным способом отвода теплоты из одноместной криотерапевтической кабины является вынужденная конвекция криогенного газа. Показано, что эффективность системы криостатирования в значительной степени зависит от способа получения криогенного газа теплоносителя. Наилучшими характеристиками обладают циклы криостатирования, которые позволяют направлять рабочее тело цикла в зону криотерапевтического воздействия. Для этого рабочим телом цикла должны быть атмосферный воздух или пары азота [2]. Использование паров азота предполагает отвод теплоты к жидкому азоту, который кипит при температуре на 60 К ниже уровня криостатирования зоны криотерапевтического воздействия. Из-за необоснованного низкого уровня отвода тепловой нагрузки, расчетные затраты энергии в криотерапевтических комплексах с «азотным» охлаждением оказываются в 3-4 раза выше, чем при использовании компрессионных рефрижераторов [3]. При массовом применении криотерапевтической аппаратуры нерациональные затраты энергии будут существенно снижать рентабельность эксплуатации криотерапевтических аппаратов.

КРИОСТАТИРОВАНИЕ КРИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ КАБИНЫ ПОСРЕДСТВОМ ВОЗДУШНОЙ ТУРБОХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Оптимальную температуру в зоне криотерапевтического воздействия можно поддерживать посредством криогенных газовых циклов, в которых рабочим телом является атмосферный воздух. Из всех криогенных газовых циклов рассматриваемой тепловой задаче в наибольшей степени соответствует рефрижератор на базе воздушной турбохолодильной машины (ВТХМ). Этот цикл основан на использовании сочетания турбокомпрессора с турбодетандером низкого давления и имеет хорошие энергетические характеристики в области криогенных температур.

Тепловая нагрузка на системы криостатирования криотерапевтической кабины носит дискретный характер. Периоды интенсивного тепловыделения чередуются с периодами простоя, когда тепловая нагрузка на рефрижератор пренебрежимо мала. Учитывая характер работы криотерапевтической кабины можно снизить установленную мощность электропривода турбокомпрессора за счет накопления ходопроизводительности в периоды простоя между сеансами общей криотерапии. Для этого можно использовать теплоаккумулирующую способность рекуперативного теплообменника, в котором прямой поток охлаждается перед детандером. Моделирование технологического цикла криотерапевтического комплекса с системой криостатирования в виде ВТХМ показало, что возможно создание одноместных криотерапевтических установок установленной мощностью электропривода рефрижератора 15 кВт. Крупные медицинские и санаторно-курортные учреждения вполне способны подключать токоприемники такой мощности.

Список литературы:

1. Баранов А.Ю., Малышева Т.А., Савельева А.В., Сидорова А.Ю. Выбор схемы общего криотерапевтического воздействия// Вестник международной академии холода. 2012. Вып. 4. 61 с. С.40-44.
2. Баранов А.Ю., Малышева Т.А., Савельева А.В., Сидорова А.Ю. Перенос теплоты в объекте общего криотерапевтического воздействия// Вестник международной академии холода. 2012. Вып. 2. 61 с. С.35 – 40.
3. Баранов А.Ю., Баранов В.А., Малышева Т.А. Энергетические основы эффективности криотерапевтической аппаратуры //Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. М.: Медицина, 2005. №2.
4. Баранов А.Ю., Малышева Т.А. Моделирование нестационарного теплообмена в криомедицине// Вестник Международной Академии Холода. 2000. № 2 С.38 – 41.

УДК 621.59

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОЙ ПОДАЧИ КРИОАГЕНТА В СИСТЕМУ ОХЛАЖДЕНИЯ КРИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

А.Ю. Баранов, В.Н. Замарашкина, И.А. Баранов, К.Л. Клищ, С.Е. Кублицкий

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

krion.spb@rambler.ru

ВВЕДЕНИЕ

Криотерапевтические комплексы используют для отвода теплоты жидкостные криогенные циклы. Рабочим телом такого цикла является жидкий азот. Средний расход криоагента на процедуру составляет 4,5 кг [1]. При пропускной способности криотерапевтического комплекса до 100 процедур в сутки, потребность комплекса в криоагенте возрастает до 450 кг [2]. Снабжение жидким азотом становится серьезной логистической проблемой особенно для удаленных от производителей продуктов разделения воздух санаторно-курортных учреждений. Кафедра криогенной техники НИУ ИТМО с 2000 года ведет работы в области оптимизации систем снабжения криотерапевтических комплексов жидким азотом [3]. Основным направлением исследований является адаптация отечественного емкостного оборудования к специфическим условиям работы криотерапевтических систем. Криотерапевтический комплекс потребляет жидкий азот в импульсном режиме. За один процедурный цикл мгновенный расход криоагента изменяется на порядок, от 0,2 кг/с в момент заполнения кабины до 0,02кг/с после выхода на установившийся температурный режим. Продолжительность низкотемпературной кампании криотерапевтического комплекса не превышает 6 часов.

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОЙ ПОДАЧИ КРИОАГЕНТА

Основу системы дистанционной подачи криоагента в криотерапевтический комплекс составляют отечественные, криогенные емкости большого объема серии ЦТК [3]. Наиболее востребованы сосуды ЦТК-0,5/0,25, ЦТК-1,0/0,25 и ЦТК-1,6/0,25, которые соответствуют по объему недельной потребности криотерапевтического комплекса в жидком азоте. Емкость размещается возле здания, в котором размещен криотерапевтический комплекс, и соединяется с ним криогенным трубопроводом. Отбор жидкого азота из емкости осуществляется автоматически, по командам системы управления криотерапевтического комплекса. Криогенные емкости серии ЦТК не имеют узлов для дистанционного управления давлением паров жидкости и отбором криоагента, поэтому для использования этих емкостей в составе криотерапевтического комплекса приходится модернизировать. На емкость устанавливается пневмо-механический регулятор давления и пневмо-клапан для управления выдачей жидкого азота [3]. Оба устройства изготавливаются только для криогенных емкостей, работающих в составе криотерапевтического комплекса, поэтому их тираж невелик. Малый объем выпуска вспомогательных устройств управления дистанционной подачей азота повышает уровень требований к организации их заводских испытаний. Для повышения надежности систем дистанционной подачи жидкого азота в криотерапевтический комплекс, все элементы системы проходят полноценные заводские испытания на специализированном стенде.

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОЙ ПОДАЧИ КРИОАГЕНТА

Стенд для испытания элементов системы дистанционной подачи криоагента представляет собой модель криотерапевтического комплекса, в которой роль вместо системы криостатирования используется криогенный сосуд малого объема. Источник жидкого азота криогенная емкость ЦТК-0,5/0,25 устанавливается на электронных весах и соединена с приемником криоагента, сосу-

дом СД-40, трубопроводом с газозаполненной изоляцией. Приемник жидкого азота также установлен на электронных весах, обработка показаний весов позволяет оценить потери криоагента связанные с транспортировкой по трубопроводу. Работой узлов системы дистанционной подачи криоагента управляет электронный блок, который моделирует алгоритм работы криотерапевтического комплекса.

Стендовые испытания позволяют оценить работоспособность всех элементов системы дистанционной подачи криоагента в заводских условиях, что значительно снижает вероятность их поломки при эксплуатации в медицинских и санаторно-курортных учреждениях.

Список литературы:

1. Баранов А.Ю., Баранов В.А., Малышева Т.А. Энергетические основы эффективности криотерапевтической аппаратуры //Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. М.: Медицина, 2005. №2.

2. Баранов А.Ю., Малышева Т.А. Моделирование нестационарного теплообмена в криомедицине// Вестник Международной Академии Холода. 2000. № 2 С.38 - 41.

3. Баранов И.А., Калинин Н.В., Смирнов М.С. Техничко-экономическое обоснование перехода на дистанционную подачу криоагента в криотерапевтические комплексы «КАЭКТ-01 «КРИОН»// Криотерапия в России: Материалы III международной научно-практической конференции. СПб: СПбГУНиПТ, 2010. С.113 – 122.

УДК 621.59

ЧИСЛЕННАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТОВ ОБЩЕГО КРИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

А.Ю. Баранов, Т.А. Малышева, Н.В. Колеснева

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

krion.spb@rambler.ru

Введение

Исследования эффектов общего криотерапевтического воздействия направлено на увеличение объема новых научных данных о позитивных и негативных результатах лечения холодом. Общее криотерапевтическое воздействие основано на контакте тела пациента с охлажденным до температуры -130°C газом[1].

Низкая температура газа воспринимается врачами и учеными, как потенциальная угроза здоровью пациента. Для того чтобы снизить риск ученые физиологи предлагают начинать исследования эффектов общего криотерапевтического воздействия на лабораторных животных, крысах и мышах. Учитывая существенные различия между физическими характеристиками тела человека и лабораторных животных[5], до начала таких экспериментов необходимо оценить, принципиальную возможность криогенного воздействия на лабораторных животных и понять, какую научную и практическую будут иметь результаты таких исследований.

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Эксперименты на лабораторных животных активно использовались в XX веке. Основная цель таких экспериментов, это сбор предварительных результатов о действии на живой организм новых лекарственных форм, вредоносных организмов и опасных физических факторов. Целью исследований на модельных животных является выявление потенциальной угрозы, которую новые лечебные методы могут создать для здоровья человека[5].

Во время общего криотерапевтического воздействия пациент оказывается в условиях экстремально низких температур, что может представлять потенциальную опасность. Из-за этого использование экспериментов с лабораторными животными на первый взгляд вполне оправдано.

Физиологические эксперименты на животных обеспечивают сбор большого объема статистической информации, расширяют возможный спектр методов анализа и исследований. Допустимо даже вскрытие животных для анатомического изучения последствий эксперимента. Практически все достижения в медицине XX века каким-либо образом зависели от опытов на животных.

Современное общественное мнение неоднозначно относится к подобным экспериментам. Наиболее современными представляются условия, которые ставит перед учеными Академии наук США. Указывается, что *над животными возможны любые эксперименты, если доказана их научная необходимость.*

Современный термин модельные животные показывает, что в экспериментах следует использовать только те живые организмы, которые способны моделировать реакцию человеческого тела на конкретное внешнее воздействие.

Важно оценить сможет ли эксперимент с модельным животным получить данные пригодные для оценки реакции человеческого организма.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЛАБОРАТОРНОГО ЖИВОТНОГО

Для предварительной оценки последствий общего криотерапевтического воздействия на организм модельных животных, использован метод математического моделирования [4].

Для проведения численного эксперимента была разработана математическая модель тела лабораторного животного. Модель построена на базе уравнения энергии [2]. Объект охлаждения представлен в виде многослойного цилиндрического объекта содержащего распределенные источники теплоты. Учитываются теплоизолирующие свойства волосяного покрова животного [5].

Исследовалось изменение температуры тканей животного под действием охлаждения газом с температурой от -190 до -100°C .

Полученные результаты показали, что из-за малой массы тела мыши и крысы, не могут выдержать пребывание в криогенной газовой среде с температурой 140 K в течении 180 с , что соответствует современным представлениям об эффективных параметрах общего криотерапевтического воздействия [3]. Тело модельного животного переохлаждается до недопустимо низкой температуры, что вызывает развитие пневмонии [5].

В тоже время, из-за наличия волосяного покрова, температура поверхности тела не опускается ниже $+5^{\circ}\text{C}$. Из-за этого холодовые рецепторы кожи животного не испытывают достаточного раздражения. В таких условиях нельзя вызвать у модельного животного криотерапевтический эффект [3].

Исследование эффектов общей криотерапии на лабораторных животных не обеспечивает получение достоверной научной информации. Проведение экспериментов с модельными животными нецелесообразно.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТОВ ОБЩЕГО КРИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Клиническая практика общей криотерапии составляет более 35 лет. Все возможные причины негативного воздействия на человеческий организм исключены на основе практического опыта.

Разработано надежное математическое обеспечение численных экспериментов в области общего криотерапевтического воздействия. Используя математическое моделирование можно определить диапазон температур обеспечивающих безусловную безопасность человека во время процедур.

В таких условиях можно собирать данные об эффектах общей криотерапии во время проведения лечебных или профилактических сеансов.

Список литературы:

1. Баранов А.Ю., Малышева Т.А., Савельева А.В., Сидорова А.Ю. Выбор схемы общего криотерапевтического воздействия// Вестник международной академии холода. 2012. Вып. 4. С.40 – 44.
2. Баранов А.Ю., Малышева Т.А., Савельева А.В., Сидорова А.Ю. Перенос теплоты в объекте общего криотерапевтического воздействия// Вестник международной академии холода. 2012. Вып. 2. С.35 – 40.
3. Баранов А.Ю., Баранов В.А., Малышева Т.А. Энергетические основы эффективности криотерапевтической аппаратуры //Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. М.: Медицина, 2005. №2.
4. Баранов А.Ю., Малышева Т.А. Моделирование нестационарного теплообмена в криомедицине// Вестник Международной Академии Холода. 2000. № 2. С.38 – 41.
5. Бартон А., Эндхолм О. Человек в условиях холода. М.: Издательство иностранной литературы, 1959. 280 с.

СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

УДК 62-67

«ЗЕЛЕННЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

В.П. Мурашко

ГК Евроклимат, г. Москва, Россия

murashko@euroclimat-region.ru

Системы кондиционирования воздуха уже сами по себе являются «зеленой» технологией, поскольку создают в жилых, офисных, производственных и других помещениях — комфортный микроклимат, благотворно влияющий на самочувствие и здоровье людей.

Но, прежде чем показывать конкретные технологии, создающие этот здоровый микроклимат, приведем довольно важные для понимания именно «зеленых» технологий — термины.

Сегодня «зеленые» технологии, упоминаются в многочисленных публикациях, посвященных различным экологическим аспектам, в том числе:

- ▲ защите окружающей среды;
- ▲ ресурсосбережению;
- ▲ использованию альтернативной энергетики;
- ▲ строительству «зеленых» зданий;
- ▲ разработке энергоэффективного оборудования;
- ▲ использованию экологически чистых материалов и рабочих сред

В каждой из этих публикаций в понятие «зеленых» технологий вкладывается свой смысл, но в них есть и общее понимание задачи — снизить негативное воздействие на окружающую среду различных инженерных систем, за счет экологичности и энергоэффективности.

Применительно к системам кондиционирования воздуха, «зеленые технологии» предполагают использование в таких системах энергоэффективного оборудования и альтернативных источников энергии, а также экологически чистых материалов и рабочих сред.

Далее рассмотрим специальные инженерные разработки, используемые в современных системах кондиционирования и которые могут быть отнесены к «зеленым» технологиям.

Данные разработки представлены одним из крупнейших мировых производителей систем кондиционирования — компанией GREE.

Экологичные хладагенты

Сегодня в Европе под жесткий экологический контроль попадает как уже запрещенный на ввоз фреон R22, разрушающий озоновый слой, так и R410a — наиболее популярный хладагент для кондиционеров. Ведь он имеет серьезный недостаток — очень высокий потенциал влияния на глобальное потепление. Global warming potential (GWP) – коэффициент, определяющий степень воздействия различных парниковых газов на глобальное потепление. Для фреона R410a величина коэффициента $GWP=1890$.

В связи с ужесточением норм экологической безопасности — в Европе растет спрос на климатическое оборудование, работающее на природных хладагентах, например таких, как пропан (R290).

Пропан не оказывает разрушающего воздействия на озоновый слой и имеет чрезвычайно низкий потенциал влияния на глобальное потепление ($GWP = 3$). Кроме того, термодинамические свойства пропана мало отличаются от широко распространенного ранее фреона R22. Европейцы

являются не только самыми активными в мире покупателями нового оборудования на пропане, но и массово переводят на пропан ранее установленную климатическую технику.

Первое крупносерийное производство кондиционеров, работающих на R290, появилось в 2011 году. Пионером стала компания GREE.

Примечательно, что в холодильном цикле кондиционера сплит-системы холодопроизводительностью 2,1 кВт используется всего 200гр. пропана, а в модели холодопроизводительностью 3,5 кВт — 320гр. этого хладагента.

Новейшие инверторные технологии

Доля инверторных технологий в производстве кондиционеров в сравнении с технологией «ON/OFF» с каждым годом увеличивается. В России продажи кондиционеров этого типа уже превышают 25%. Для справки: в Японии их доля составляет более 95%.

Достижением последних лет являются т. н. DC-компрессора с инверторами постоянного тока, характеризующиеся большой экономией по сравнению с обычными инверторными компрессорами переменного тока т.н. AC — компрессорами.

В качестве примера новейшей инверторной технологии, используемой в системах кондиционирования, приведем разработку компании GREE — кондиционер «U-KROUN» с ультранизкочастотным компрессором «G10».

Высокая энергоэффективность (модель относится к классу «A+++») достигается благодаря особым режимам работы компрессора. После того, как кондиционер создает заданную температуру в помещении, компрессор начинает снижать частоту вращения ротора до крайне низкого значения в 1 Гц (один оборот в секунду), затем компрессор снова выходит на номинальный режим. При столь низких оборотах — энергопотребление кондиционера составляет всего 45 Вт.

Рекуперация тепла

Для снижения энергозатрат при работе систем кондиционирования все более широкое распространение находят системы с использованием рекуперации тепла.

Разработка GREE, представленная на российском рынке — мультizonальная система HOME-GMV, которая совмещает в себе функции кондиционера и водонагревателя. Новинка производит 6,6 кВт тепловой энергии, при этом потребляя всего 1 кВт электрической!

Максимальная энергоэффективность HOME-GMV достигается при одновременной работе системы в режиме охлаждения воздуха и водонагревателя. В этом случае, на каждый киловатт электроэнергии, потребляемый из сети, HOME-GMV вырабатывает 2,8 кВт для охлаждения воздуха, еще 3,8 кВт идет на нагрев воды.

Это стало возможным благодаря включению в систему гидромодуля, в котором размещаются теплообменник фреон/вода и насосная станция. В обычном кондиционере при охлаждении воздуха хладагент «забирает» из помещения тепло и «выбрасывает» его на улицу через теплообменник наружного блока. В гидромодуле HOME-GMV хладагент отдает свое тепло, нагревая воду до 60°C. Это позволяет не только установить комфортную температуру в помещениях, но и обеспечить горячее водоснабжение в доме или квартире площадью от 100 до 200 м². Кроме того, HOME-GMV может использоваться как источник горячей воды в системе отопления «теплый пол».



«Использование теплового насоса для нагрева воды делает систему в 4 раза экономичнее электрического водонагревателя, а при одновременном охлаждении воздуха — в 6 раз.

Потребителям предлагаются четыре модификации наружных блоков HOME-GMV производительностью от 10 до 16 кВт. Внутренние блоки системы могут быть настенными, напольно-потолочными, кассетными и канальными, а диапазон холодопроизводительности от 2,2 до 14,0 кВт.

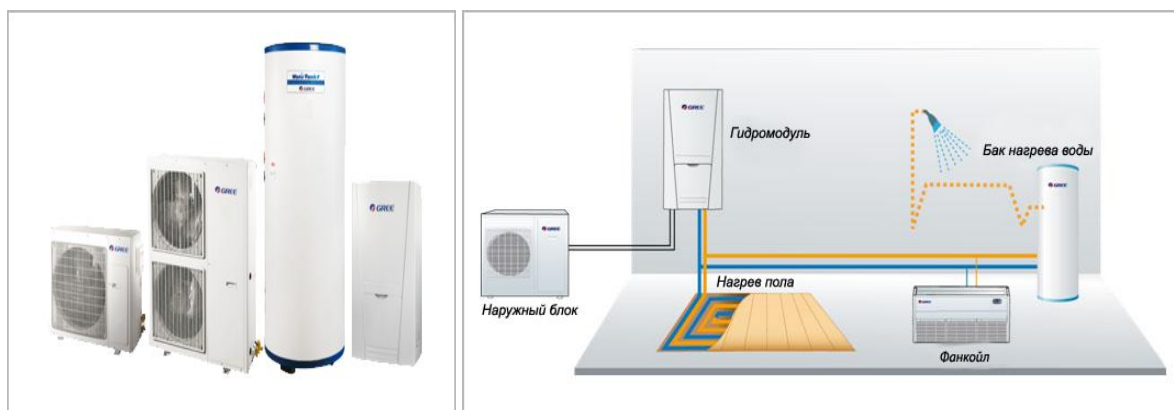
Система HOME-GMV эффективно функционирует при температуре на улице от -15°C до $+48^{\circ}\text{C}$. При более низких температурах для нагрева воды используется встроенный в водяной бак электронагреватель. Емкость водяных баков зависит от потребности в горячей воде и составляет от 250 до 400 литров.

Тепловые насосы

Системы отопления, основанные на применении теплового насоса (на базе парокомпрессионного холодильного цикла), отличаются экономичностью и экологической чистотой.

Среди достоинств теплового насоса отмечают возможность одновременного получения от одной установки: отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования воздуха. Примером такой установки является модель теплового насоса Versati (разработка компании Gree).

Основа Versati — тепловой насос типа «воздух-вода» с высокоэффективным DC-инверторным компрессором, размещенным во внешнем блоке. Инверторная технология обеспечивает точное поддержание заданной температуры. Энергоэффективный компрессор и бесступенчатое регулирование производительности позволяют свести к минимуму потребление электроэнергии. В гидромодуле, расположенном внутри помещения, тепло или холод от хладагента передаются воде, циркулирующей в системах холодо- и теплоснабжения, горячего водоснабжения. Таким образом, система Versati по принципу работы представляет собой мини-чиллер.



В системе Versati используются фанкойлы различного типа. Также можно встроить в систему «теплый пол» и накопительный водяной бак емкостью от 200 до 400 литров.

Включение в Versati накопительного бака позволяет использовать горячую воду для бытовых нужд. Вода в баке нагревается до температуры свыше 80°C , поэтому бактерии, находящиеся в водопроводной воде, уничтожаются.

Рабочий диапазон климатических условий Versati — от -20°C до $+48^{\circ}\text{C}$. Модельный ряд представлен агрегатами производительностью от 6 до 15 кВт.

Использование солнечной энергии

Альтернативный источник энергии реализован в инновационном проекте «Солнечный офис». «Солнечный офис» расположен на мансардном этаже одного из московских зданий. При проектировании помещения особое внимание уделялось «зелёным» технологиям, освоению бесплатной и «чистой» альтернативной энергии.

Используемые в офисе инженерные системы и оборудование, работают на солнечной энергии, а также от обычной электросети (т. н. гибридные системы) Установленные здесь кондиционеры заряжаются от солнечных батарей. Такое решение не только снижает эксплуатационные затраты, но и способствует улучшению экологии.

В офисе установлены четыре настенных сплит-системы GREE Solar Hybrid Power Air с комплектами солнечных панелей, каждый из которых вырабатывает до 1 кВт электроэнергии, полностью обеспечивая питание кондиционера в жаркие, солнечные дни. В дни, когда, солнечной энергии недостаточно, кондиционеры переключаются на традиционную энергосеть.

Такая гибридная система энергосбережения позволяет сократить потребление электроэнергии до 50% даже по сравнению с наиболее экономичными кондиционерами инверторного типа.



Кондиционеры Solar Hybrid Power Air разработаны с использованием новейших достижений в области преобразования солнечной энергии.

Проект «Солнечный офис» награждён серебряным сертификатом Всероссийского конкурса по экологическому развитию и энергоэффективности «Green Awards 2012» в номинации «Зелёный офис».

В нашей стране это первый подобный проект.

Заключение

Перечисленные технологии дают общее представление о направлении исследований и современных разработках экологичного и энергоэффективного оборудования.

Из-за роста цен на традиционные энергоносители индустрия «зеленых» технологий будет с каждым годом увеличиваться, а потребители — делать свой выбор в пользу «дружеских» к окружающей среде инженерных систем, в том числе и активно развивающихся в последнее время систем кондиционирования воздуха

УДК 621.1.016.7

ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСТАНОВКИ ИСКУССТВЕННОГО ВЯЛЕНИЯ РЫБЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Р.Ю. Гавлович, Л.В. Галимова

Астраханский государственный технический университет г. Астрахань. Россия

roman.gavlovich@mail.ru

Способ вяления рыбы с использованием системы кондиционирования воздуха является достаточно энергоемким. Наличие в составе установки теплообменников воздух – вода, воздухонагревателей, центрального кондиционера, нагнетательных вентиляторов, и чиллеров определяет достаточно высокую степень энергопотребления, которая зависит от параметров теплоносителей. Анализа влияния параметров до настоящего времени не проводилось. Развитие техники и технологии сушки и вяления требует разработки современных методов расчета процесса на основе информационных технологий с целью выявления наиболее энергоемких элементов и дальнейшей возможности повышения степени термодинамического совершенства системы и снижения энергопотребления всей установки в целом.

В качестве объекта исследования выбрана схема туннельного типа, наиболее полно отвечающая требованиям регулирования параметров для поддержания технологического режима (рис1).

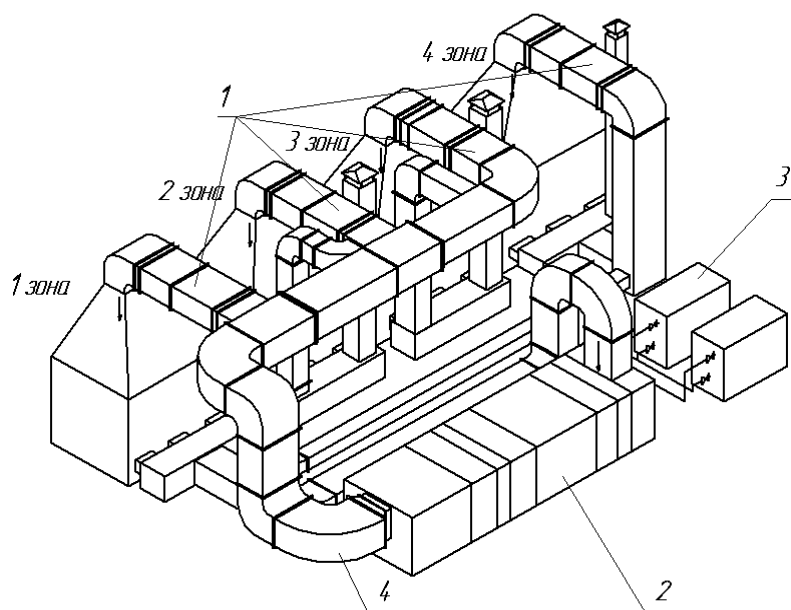


Рис 1. Установка вяления рыбы с использованием систем технологического кондиционирования воздуха. 1. Воздухонагреватели; 2. Центральный кондиционер; 3. Чиллер; 4. Система воздухопроводов.

На основе проведенного эксергетического анализа была произведена оценка степени термодинамического совершенства существующей системы, определены элементы, обладающие наибольшими потерями.

Однако не стоит забывать про то, что любой анализ систем, основанный на чисто термодинамических методах, является не совсем полным и законченным. Поскольку эксергетический анализ оперирует только затратами и потерями эксергии, а для полной оценки того или иного технического предложения необходим учет всех видов затрат.

Не смотря на то, что информация полученная при проведении термодинамического анализа и играет весьма существенную роль в определении границ технически возможных решений, позволяя минимизировать энергетические затраты, окончательное решение всегда опирается на экономические оценки.

Для этой цели необходим технико-экономический анализ, который включает в себя все виды затрат и в конечном счете выводит на принятие правильного оптимального решения выводящего к экономии природных ресурсов и получению большей прибыли.

На практике связи между термодинамическими и технико-экономическими характеристиками имеют весьма сложный характер. Их выявление существенно облегчается тем, что в таких системах как материальные, так и энергетические потоки могут быть выражены через единый показатель – эксергию. При этом в потоках затрат, характеризующих анализируемые системы преобразования энергии и вещества, доминирующую роль играют именно энергетические затраты. При этом учитываются не только прямые расходы на энергию, но и то, что в стоимости сырья и оборудования энергетические затраты составляют наибольшую долю.

Задача такой оптимизации сводится к нахождению минимума стоимости получаемой эксергии. В качестве основного показателя эксергетической технико-экономической оптимизации, служат приведенные затраты на единицу эксергии.

$$\zeta \dot{OY} = \frac{(\sum S_{yí} + \sum S_{íyí})}{E''} \quad (1)$$

где $\sum S_{эн}$ – энергетические затраты

$\sum S_{нэн}$ – неэнергетические затраты

E'' - падение эксергии на участке

Для наглядного представления величины затрат и ее изменений по ходу технологического процесса может быть использована термодинамическая диаграмма потоков, в которую помимо потоков эксергии входят и потоки финансовых затрат. (Рис 2)

Рассмотрим изменение величины z на диаграмме. Диаграмма затрат строится аналогично поточной диаграмме для энергии, поскольку поток затрат S , так же как и поток энергии, подчиняется закону сохранения и остается неизменным. Этим он принципиально отличается от потока эксергии, который по мере движения от входа к выходу уменьшается. Однако это не означает что удельные затраты не могут расти. Если затраты по мере движения от входа к выходу переносятся на уменьшающееся количество эксергии то, естественно, численное значение z растет. На диаграмме затрат энергетические затраты представлены полосами под осевой линией, неэнергетические над осевой линией. В каждом участке преобразования энергии неэнергетические затраты вырастают скачком, определяемым вводом дополнительных затрат на оборудование в каждом участке.

Третья диаграмма связывает первую и вторую диаграммы. Для этого определяется частное от деления ширины полосы второй на ширину полосы первой., т.е себестоимость единицы эксергии в соответствующем сечении.

Пользуясь z - термоэкономической целевой функцией ЭТЭ оптимизации, можно решать различные виды оптимизационных задач, получая одновременно информацию о тех зонах и участках, которые в наибольшей степени приводит к росту затрат.

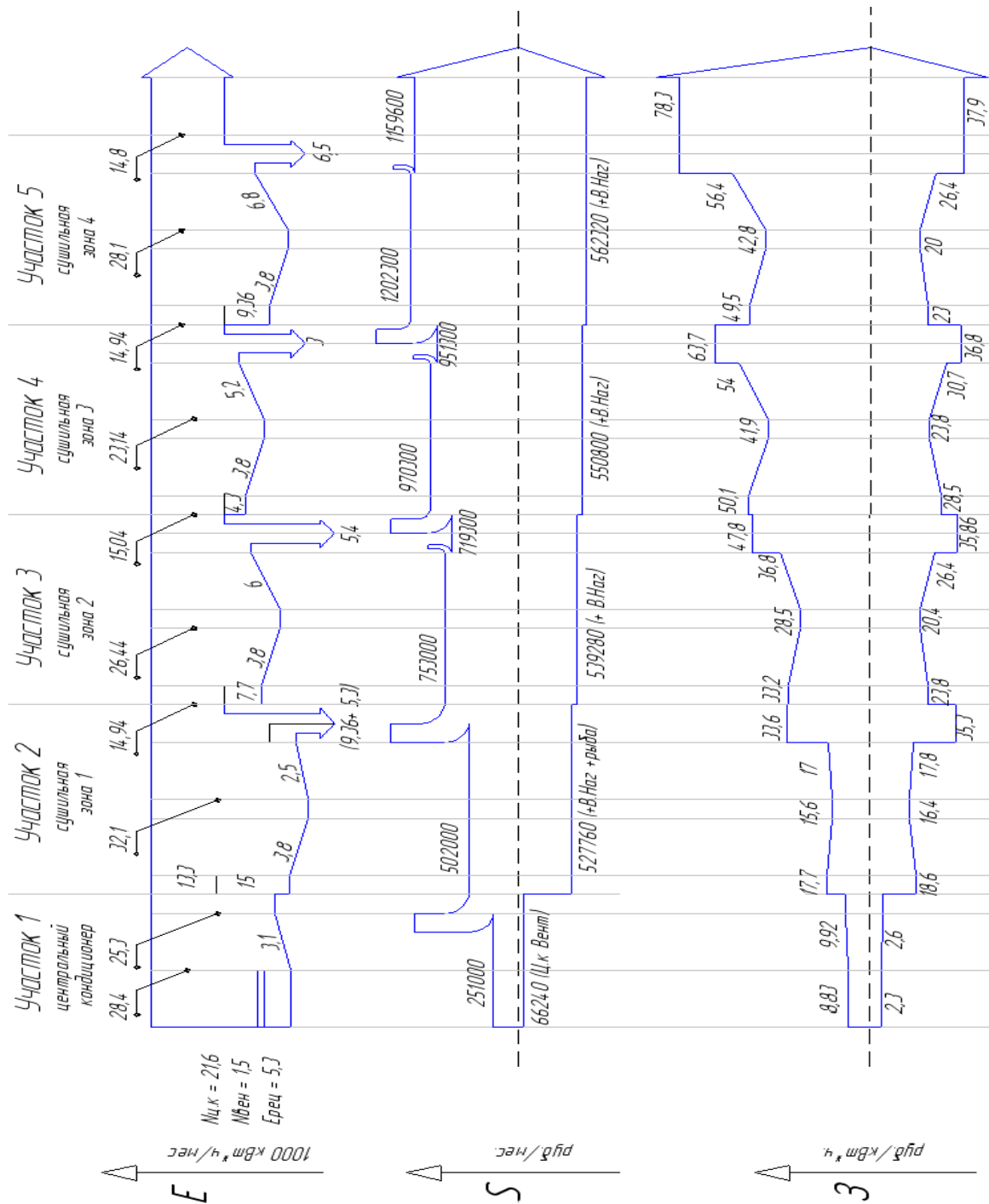


Рис 2. Термодинамическая диаграмма

Список литературы:

1. Бродянский В.М., Фратшер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. Под ред. В.М Бродянского. М.: Энергоатомиздат, 1988. 288с.
2. Шиф И.Г. Тепловое оборудование рыбообработывающих предприятий. М. 1981г. 223с.
3. Тсатсаронис Джордж. Взаимодействие термодинамики и экономики для минимизации стоимости энергопотребляющей системы. Одес: Студия «Негоциант», 2002.с. 152.

УДК 536.248.2; 532.574.2.

**ВИХРЕВЫЕ ПУЛЬСАЦИОННЫЕ ТЕЧЕНИЯ В
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБАХ****А.В. Серяков, А.А. Павлов, Ю.Е. Михайлов, В.К. Белоусов**

Научная лаборатория, Специальное Конструкторское Технологическое Бюро по Релейной Технике, Великий Новгород, Россия

seryakovav@yandex.ru

Работа представляет собой часть комплексного расчетно-экспериментального исследования интенсификации теплопередающих характеристик тепловых труб (ТТ) низкотемпературного диапазона. При аксиальном направлении теплового потока на входе в ТТ, характерном для коротких ТТ, появляется возможность использования струйного парового сопла, аналогичного соплу Лавалля, и вытянутого вдоль всей длины ТТ. Это увеличивает скорость течения, частоты пульсаций двухфазного потока пара и коэффициент теплопередачи ТТ [3].

Повышение эффективности теплопередачи ТТ представляет собой сложный комплекс конструктивных и газодинамических проблем, решение которых не всегда удается довести до конца. Текущая паровая среда с микрокаплями конденсата представляет собой нелинейный объект, течение которого сопровождается внутренними процессами межфазного теплообмена и диссипации энергии [1]. Восстановление статического давления пересыщенного парового потока в области конденсации тепловой трубы с турбулизатором, связано с торможением потока, возникновением сильной и нестационарной завихренности вблизи поверхности конденсации и возвратного течения пара. Процессы вихреобразования и пульсаций плотности и давления в паровом канале тепловых труб в зависимости от тепловой нагрузки определяют интенсивность конденсации и представляют большой интерес. Для экспериментального исследования этих процессов были изготовлены тепловые трубы из нержавеющей стали, с плоским капиллярно-пористым испарителем, с паровым каналом, выполненным в виде газодинамического конфузорно-диффузорного сопла, близкого к соплу Лавалля и окруженного слоем капиллярно-пористой вставки вдоль всей длины ТТ [2-3].

Дополнительно в верхней крышке ТТ установлен емкостный датчик, измеряющий толщину слоя конденсата. Подробное описание датчика будет приведено после оформления патентов. Капиллярно-пористые вставка и испаритель образуют единую гидравлическую систему доставки рабочей жидкости в испаритель. При осевом направлении теплового потока, типичном для коротких ТТ (не более 25 диаметров сопла), испаритель выполнен из слоев металлической сетки с размером ячейки 0.04 мм, суммарной толщиной 3 мм, все слои приварены к плоской нижней крышке ТТ. Испаритель оснащен инжекторными паровыми каналами диаметром 1 мм, направленными под определенным углом к продольной оси ТТ и создающими закрутку потока пара при малых тепловых нагрузках. Длина тепловых труб 100 мм, диаметр 20 мм.

В качестве рабочей жидкости ТТ выбран диэтиловый эфир $C_4H_{10}O$, имеющий температуру кипения при атмосферном давлении $T_B = 35.4^\circ C$, температуру замерзания $T_F = -116.2^\circ C$, и критические параметры $T_C = 193.4^\circ C$, $P_C = 3.61 MPa$.

Зоны конденсации ТТ размещены в вихревом проточном калориметре. Для более точного измерения тепловой мощности и интенсификации съема тепла тепловых труб, струйный поток входящей воды закручен, величины скорости течения и завихренности с помощью воздушных пырьков фиксируются.

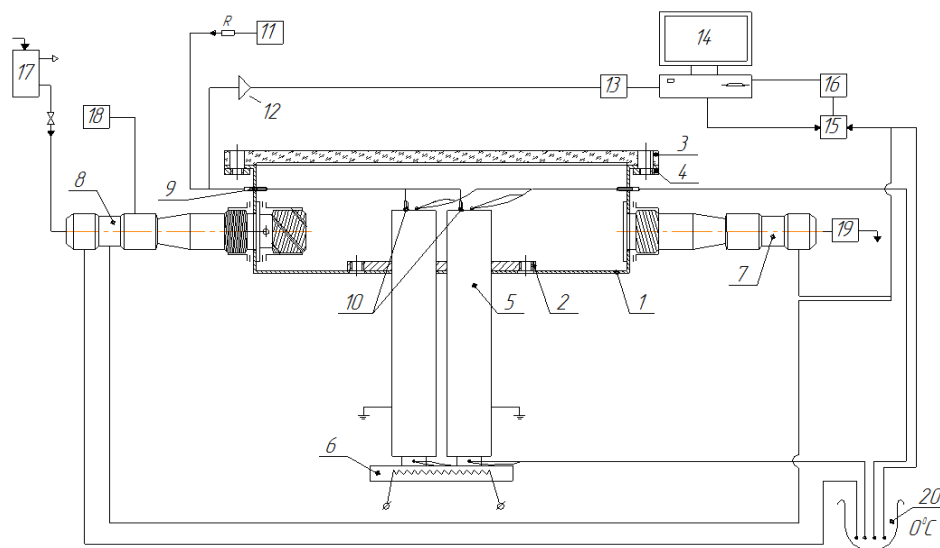


Рис.1. 1-вихревой проточный калориметр; 2-фланец крепления тепловых труб; 3-стеклянная крышка; 4-крепление крышки; 5-тепловые трубы; 6-резистивный нагреватель; 7-выходной штуцер для воды; 8-входной штуцер для воды; 9-уплотнение измерительных проводов с помощью силиконового герметика; 10-конденсаторные датчики измерения толщины слоя конденсата; 11-генератор импульсов Г5-56; 12-усилитель; 13-осциллограф АКИП-4116/2; 14-компьютер; 15-коммутатор; 16-вольтметр В7-34А; 17-сосуд постоянного напора воды; 18-генератор пузырьков воздуха; 19-расходомер воды; 20-сосуд Дьюара.

Испаритель тепловой трубы с помощью резистивного нагревателя подогревают и поддерживают при температуре, превышающей температуру кипения диэтилового эфира 35.4°C на величину перегрева δT . Температура нагревателя стабилизирована, и величину перегрева внешней поверхности испарителя тепловой трубы устанавливают в диапазоне $\delta T = 0 \div 10\text{K}$, при этом тепловая мощность единичной тепловой трубы не превышает 200 W .

На электроды емкостных датчиков подают электрические импульсы генератора с частотой следования $1 \div 4\text{ kHz}$ и амплитудой 5V . Измерение частоты модуляции импульсов проводили через схему усиления и фильтрации 12, цифровой осциллограф 13 и компьютер 14.

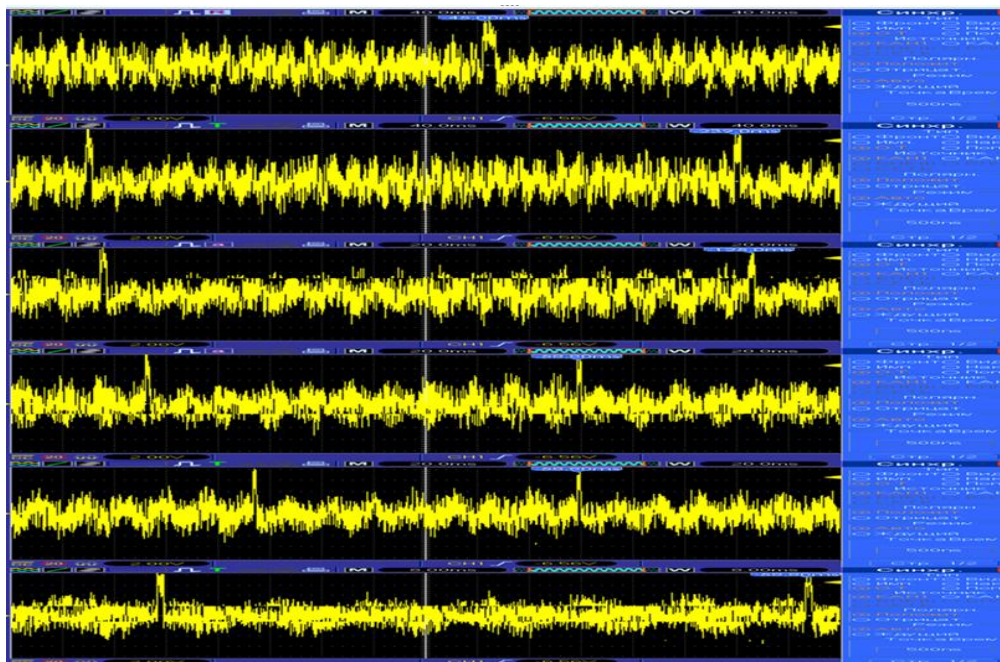


Рис.2. Осциллограммы возрастания частоты модуляции импульсов в зависимости от тепловой нагрузки на тепловую трубу.

Приведены результаты измерений частотных характеристик тепловых труб.

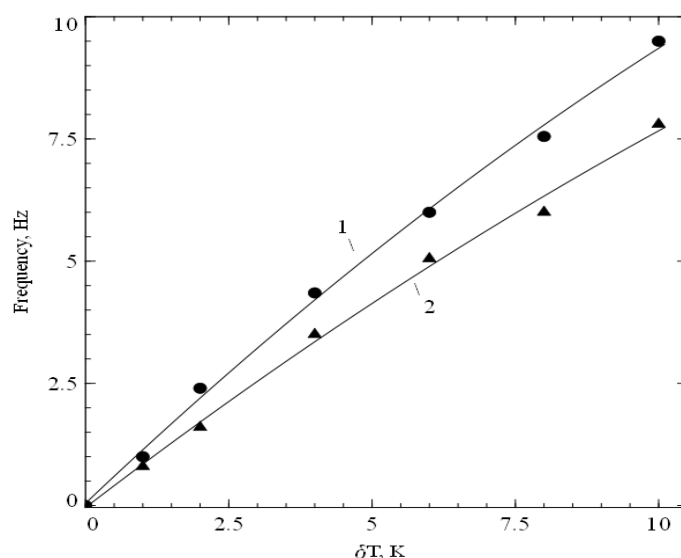


Рис.3. Экспериментальные значения частот модуляции электрических импульсов в зависимости от перегрева испарителя тепловых труб: 1- тепловая труба с паровым каналом в виде сопла, близкого к соплу Лавала; 2- тепловая труба со стандартным цилиндрическим паровым каналом, при условии равенства внешнего диаметра труб и площади сечения капиллярно-пористых вставок.

Представлены результаты моделирования течений сжимаемой пересыщенной паровой среды внутри парового канала в виде сопла, близкого к соплу Лавала. Торможение потока пересыщенного пара при конденсации приводит к образованию вихрей и возникающие между ними взаимодействия обуславливают пульсационный распад вихрей, рост статического давления и сложные возвратные течения. Расчеты показывают, что торможение потока в ходе пульсаций ведет к увеличению области рециркуляции и интенсификации объемной конденсации. При всех рабочих параметрах тепловых труб наблюдался пульсационный режим течения двухфазного парового потока и пленочный тип конденсации. Толщина пленки конденсата не превышает $3\div 5 \mu m$, и оказывается модулированной.

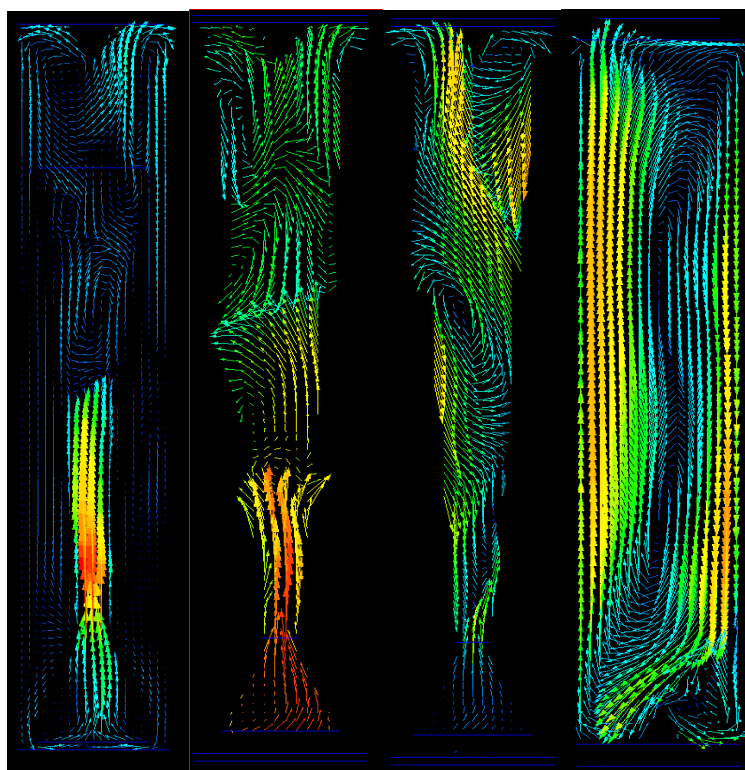


Рис.4. Расчетные значения пульсаций скорости потока пара в паровых каналах тепловых труб и переход от конвективного к пульсационному режиму течения при увеличении перегрева испарителя тепловой трубы относительно температуры кипения эфира на $1^\circ C$; $2^\circ C$; $3^\circ C$; и $7^\circ C$.

Коэффициент теплопередачи через поперечное сечение ТТ с паровым каналом в виде сопла, близкого к соплу Лаваля, равен $(22 \pm 2) \cdot 10^4 \text{ W/m}^2\text{K}$, коэффициент теплопередачи через поперечное сечение ТТ с цилиндрическим паровым каналом $(15 \pm 2) \cdot 10^4 \text{ W/m}^2\text{K}$ при минимальной толщине слоя капиллярно-пористой вставки 3 мм. Скорость потока пара в критическом сечении сопла тепловой трубы достигает значения $1 \pm 0.3 \text{ m/s}$, в тепловой трубе со стандартным цилиндрическим паровым каналом $0.65 \pm 0.3 \text{ m/s}$ [3] при одинаковой тепловой нагрузке. Термическое сопротивление тепловых труб с паровым каналом в виде сопла $0.015 \pm 0.01 \text{ K/W}$, термическое сопротивление тепловых труб со стандартным цилиндрическим паровым каналом $0.02 \pm 0.01 \text{ K/W}$. Параметры течения, связанные с периодической нестационарностью на длине тепловой трубы $L \sim 0.1 \text{ m}$, максимальной частоте пульсаций $f \sim 10 \text{ Hz}$ и скорости потока пара $u \sim 1 \text{ m/s}$ обеспечивают величину числа Струхала $Sh = f \cdot L / u \sim 1$. Сопоставление теплопередающих характеристик коротких ТТ показывает значимые преимущества ТТ с паровым каналом в виде сопла, близкого к соплу Лаваля по сравнению со стандартным цилиндрическим каналом.

Список литературы:

1. Гупта А.К., Лилли Д. Г., Сайред Н. Закрученные потоки. М.: Мир. 1987.
2. Патент № 2431101 RF, F 28D 15/00/ Способ заполнения тепловых труб. Серяков А.В. Опубликовано 10. 10. 2011. Бюллетень 28.
3. Серяков А.В., Конькин А.В., Белоусов В.К. Применение струйного парового сопла в тепловых трубах среднетемпературного диапазона // Вестник Сибирского Государственного Аэрокосмического Университета. 2012. Выпуск 1(41). с.142 – 147.

УДК 629.046; 697.95

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ТРАНСПОРТНЫХ СКВ**А.Л. Емельянов¹, С.А. Гаранов², К.М. Горбатов¹**

1 - Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – Национальный исследовательский университет Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

emelianovt@mail.ru, garanov-sergey@yandex.ru

Для выполнения задачи по оборудованию системами кондиционирования воздуха всех эксплуатирующихся ОАО РЖД пассажирских вагонов необходимо найти наиболее энергоэкономичные решения [1]. Проведенный анализ различных технических решений показал, что минимальным трудовым и финансовым затратам при модернизации пассажирского вагона соответствует условие сохранения 8-киловатного 50-вольтного комплекса электрооборудования вагона. При этом основной проблемой для обеспечения кондиционирования воздуха в вагоне становится ограничение по энергоснабжению кондиционера: не более 2 кВт без ограничений для других электропотребителей вагона и не более 4 кВт в режиме частичных ограничений для других электропотребителей [2].

ООО «ТЭССО» была предложена косвенно-испарительная система кондиционирования воздуха УКВИ-1, холодопроизводительность которой достигает 22 кВт при энергопотреблении 2 кВт. что позволяет использовать её на вагонах с 50-ти вольтным электрооборудованием при указанной мощности подвагонного генератора [3,4]. Электроэнергия в установке затрачивается только на привод вентиляторов.

Основным эксплуатационным недостатком УКВИ-1 является существенная зависимость эффекта охлаждения приточного воздуха от относительной влажности и температуры наружного воздуха. Так, при температуре и относительной влажности воздуха +40 °С и 20 %, соответственно, воздух в УКВИ охлаждается на 20К, то при параметрах 32 °С и 60 % всего лишь на 7...8 К. При высоких температурах наружного воздуха значительным также становится расход воды, достигая значений 35 кг/ч.

Учитывая эти недостатки в ЗАО «Петроклима», в сотрудничестве с ООО «ТЭССО» и ОАО «ВНИИЖТ», была разработана климатическая установка УВК ЖТ-14,0 [5]. Эта установка является комбинированной, так как она объединяет преимущества косвенно-испарительных и пароконпрессионных способов охлаждения воздуха. Установка предназначена для применения на пассажирских вагонах с напряжением бортового питания 50 В постоянного тока, оборудованных подвагонным генератором мощностью 8 кВт. Основные характеристики УВК ЖТ-14,0 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики УВК ЖТ 14,0

Наименование параметра	Значение
1. Холодопроизводительность, кВт, при параметрах наружного воздуха: - температуре 40 °С и относительной влажности и 20 % - температуре 32 °С и относительной влажности и 60 %	14 10,5
2. Общее количество приточного воздуха*, м ³ /ч, в том числе наружного	3000 1000
3. Расход воды, л/ч, не более	9
4. Максимальная потребляемая мощность в режиме «Охлаждение», кВт,	4,18
5. Холодильный агент	R407C

Из характеристик, представленных в таблице 1, можно заметить, что холодопроизводительность УВК ЖТ-14,0 в условиях влажного климата снижается только на 25% (что допустимо, учитывая понижение наружной температуры), а не в 2,5 раза, как у УКВИ-1. Также в 4 раза снижено потребление воды, что положительно сказывается на времени непрерывной работы СКВ пассажирского вагона от одной заправки водяных баков. Конструкция УВК ЖТ-14,0 представлена на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид климатической установки УВК ЖТ-14,0

Установка УВК ЖТ-14,0 состоит из двух блоков (косвенно-испарительный агрегат и парокompрессионный агрегат), соединенных между собой в единую конструкцию. Наружный воздух охлаждается (без увлажнения) в сухих каналах испарительного теплообменника, а затем большая часть охлаждённого воздуха поступает в воздуховод вагона. Меньшая часть охлаждённого воздуха проходит обратно через влажные каналы испарительного теплообменника и при температуре несколько ниже температуры наружного воздуха поступает на конденсатор парокompрессионного блока. Воздух, поступающий из вагона в УВК ЖТ-14,0, делится на 2 части. Часть этого воздуха охлаждается в испарителе парокompрессионного агрегата и поступает в воздуховод вагона, смешиваясь с потоком воздуха, охлаждённым в косвенно-испарительном агрегате. Другая часть воздуха поступает на конденсатор парокompрессионного агрегата, смешиваясь там с потоком увлажнённого воздуха, поступающем из косвенно-испарительного агрегата [6]. Такая совместная работа охлаждающих блоков, работающих с разными принципами получения холода, даёт синергетический эффект, позволяющий получить заметное снижение удельного расхода энергии СКВ пассажирских вагонов. Это техническое решение позволяет обеспечить повышение комфорта проезда пассажиров без увеличения мощности системы энергоснабжения пассажирского вагона.

Список литературы:

1. Емельянов А.Д., Корнев Ю.В. Анализ существующего положения в вагонном парке и потребности отрасли в вагонах с кондиционированием. Сборник докладов научно-практического семинара "Системы вентиляции, кондиционирования и отопления в пассажирских вагонах". СПб ГУНиПТ. 2001. с.72 – 77.
2. Единые технические требования на перспективную систему кондиционирования воздуха для модернизируемых пассажирских вагонов. ОАО "РЖД", Москва 2009, с.13., утверждены М.П. Акуловым 25.12.2009г.
3. Пат. 2329436 РФ, МКИ⁶ F 24 F 3/14. Устройство косвенно-испарительного охлаждения.
4. Маркман М.Д., Назарцев А.А. Особенности разработки и оснащения КСКВ (испарительные блоки +термоэлектрические доводчики, распределенные по купе) пассажирских вагонов повышенной комфортности. Сборник докладов научно-практического семинара "Системы вентиляции, кондиционирования и отопления в пассажирских вагонах". СПбГУНиПТ. 2001. с.86 – 88.
5. Сайт ЗАО "Петроклима". Режим доступа [<http://petroclima.ru/>].
6. Транспортная комбинированная испарительно-компрессионная система кондиционирования воздуха / Емельянов А.Л., Антипов А.С., Буравой С.Е. и др. - Электронный научный журнал "Холодильная техника и кондиционирование", ГОУ ВПО "Санкт-Петерб. гос. университет низкотемпературных и пищевых технологий. - электрон. журнал. СПбГУНиПТ, 2007, выпуск 1

УДК 629.046; 697.95

СУДОВАЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА**А.Л. Емельянов, А.С. Марченко**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

emelianovt@mail.ru, mandserg@gmail.com

В судовых холодильных системах еще с 60-х годов прошлого столетия нашли применение термоэлектрические системы охлаждения. Несмотря на низкую энергетическую эффективность по сравнению с парокомпрессионными холодильными машинами, их использование является целесообразным на атомных подводных лодках, реактор которых представляет собой практически неограниченный источник энергии. Проектировщиков судов в этих системах привлекают полное отсутствие фреона, высокая надежность и минимальное количество агрегатов с движущимися элементами в составе термоэлектрических охладителей. Последний фактор позволяет удовлетворить высокие требования по виброакустическим характеристикам, предъявляемые ВМФ к системам охлаждения. Использование термоэлектрических систем ограничивается в основном агрегатами малой производительности. В судовой продовольственной камере устанавливаются 3 одинаковые термоэлектрические холодильные машины общей холодопроизводительностью 0,75 кВт, поддерживающие в ней температуру -18°C при потребляемой мощности 7,2 кВт. Ниже будет рассмотрена одна из таких установок.

Общий вид термоэлектрической холодильной установки (ТЭХМ) показан на рис. 1.

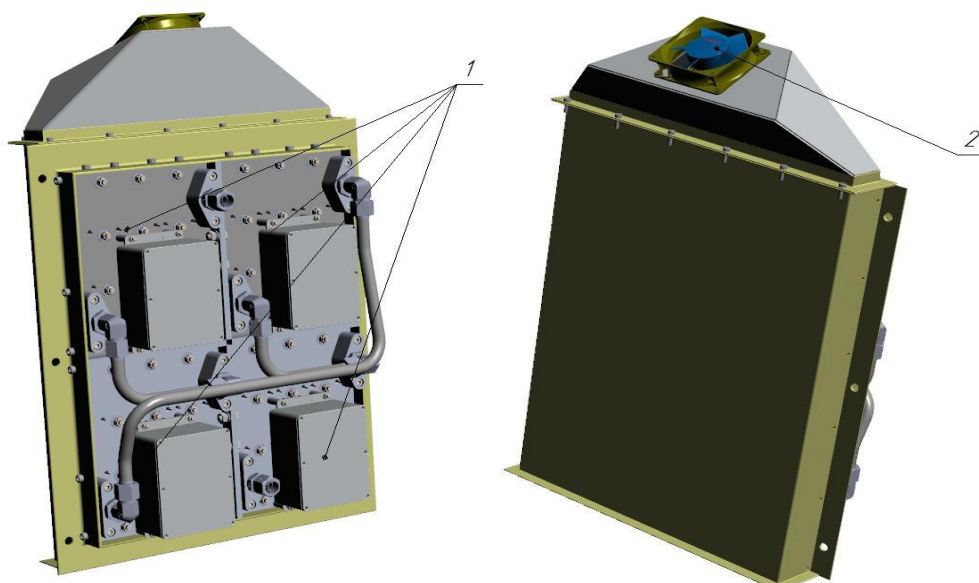


Рис.1.Общий вид ТЭХМ

ТЭХМ представляет собой моноблочную конструкцию, размещаемую непосредственно на стене продовольственной камеры. Воздух при помощи вентилятора 2 (рис. 1) забирается в воздуховод, в котором охлаждается за счет контакта с поверхностью 4-х ребристых радиаторов и подается обратно в продовольственную камеру. Радиаторы являются составными частями базовых блоков 1, общий вид которых показан на рис. 2

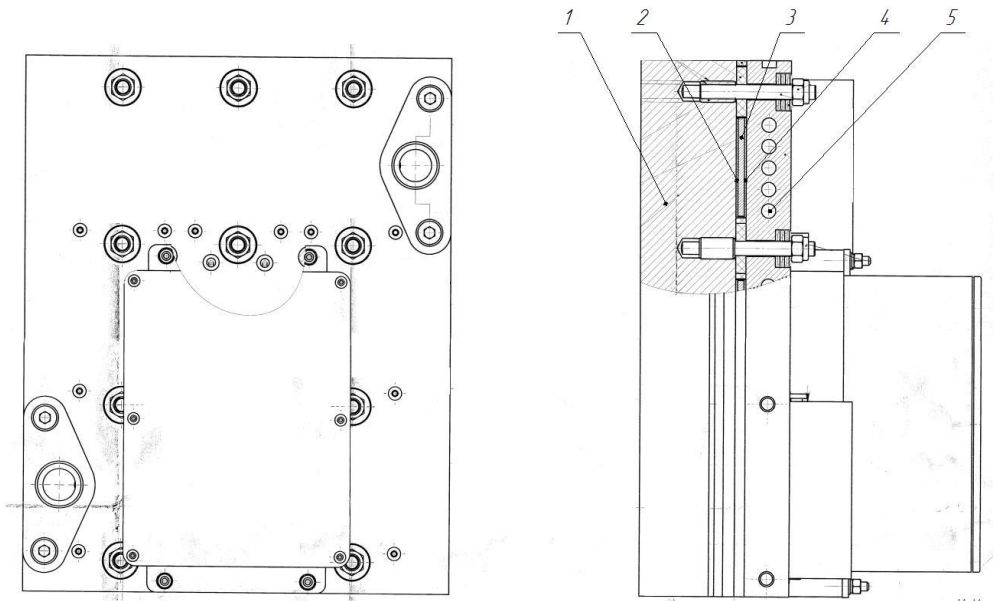


Рис.2 Общий вид базового блока термоэлектрической холодильной установки

Каждый базовый блок состоит из девяти термоэлектрических модулей, воздушного ребристого радиатора на холодной стороне и водяного охладителя, отводящего теплоту от горячей стороны. Для улучшения контакта поверхностей модулей с теплообменными аппаратами используется теплопроводная термопаста: КПТ-9 на холодной стороне и Arctic MX-2 на горячей. Воздух из камеры вентилятором (рис.1, поз.2) подается на воздушный оребренный радиатор 1 (рис. 2), к которому через контактную термопасту плотно прилегают холодные спаи 2 термоэлектрических батарей 3. Теплота от горячих сторон отводится при помощи теплообменника 5 забортной водой. Питание термобатарей осуществляется постоянным током 5А с напряжением 400 В. Батареи в каждом блоке, соединены последовательно.

Основными узлами установки являются однокаскадные термоэлектрические модули (батареи) (рис.3), изготовленные ЗАО «Криотерм».

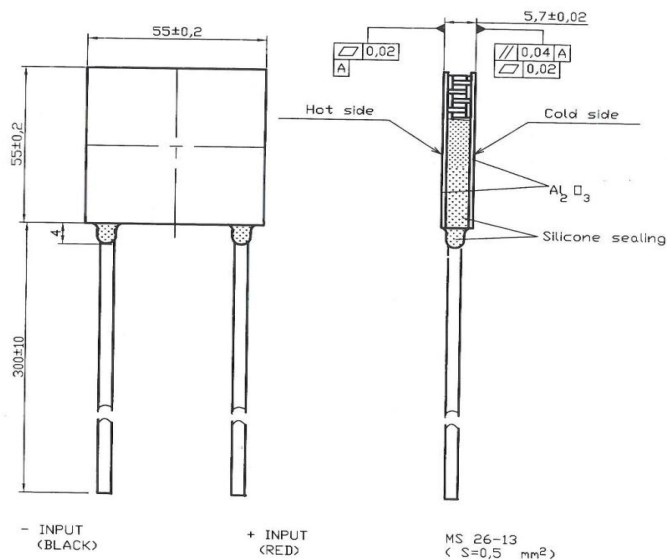


Рис. 3 Общий вид однокаскадного термоэлектрического модуля

Эффективность работы ТЭХМ во многом определяется выбранным режимом питания, условиями работы теплообменников на горячей и холодной сторонах каждого базового блока. На рис.4 показана зависимость холодопроизводительности одного модуля от температуры на холодной стороне при температуре на горячей 35 °С и токе 5А. График предоставлен ЗАО "Криотерм".

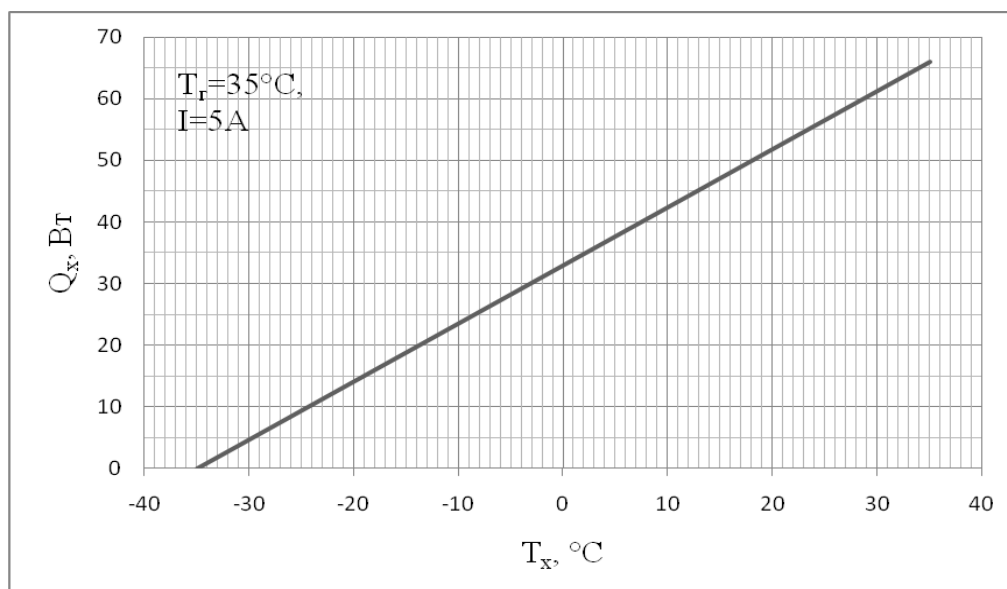


Рис. 4. Зависимость холодопроизводительности ТЭМ от температуры его холодной стороны

Как видно из графика на рис.4, для получения максимальной холодопроизводительности ТЭМ необходимо подобрать наиболее совершенные с термодинамической точки зрения теплообменные аппараты, т.к. увеличение разности температур между горячей и холодной стороной термоэлектрического модуля на 1 °C влечет за собой падение его холодопроизводительности на 1-2 Вт. Для 36 модулей в составе установки это означает падение на 36-72 Вт. При общей холодопроизводительности одной установки 250 Вт такое снижение характеристик недопустимо.

Для холодной стороны выбран алюминиевый радиатор размерами 240x310 мм с толщиной основания из конструктивных и технологических соображений 15 мм, высотой ребер 39 мм. Термическое сопротивление такого аппарата при обдуве его ребер воздухом в количестве 250 м³/ч с температурой -18 °C составляет $R_t=0,021$ К/Вт. Отвод теплоты с горячих поверхностей ТЭМ производится теплообменными аппаратами с жидкостным охлаждением из алюминиевой плиты толщиной 25 мм с фрезерованными каналами. Термическое сопротивление такого аппарата при расходе воды 0,8 м³/ч с температурой 32 °C составляет $R_t=0,0127$ К/Вт, гидравлическое сопротивление току жидкости $\Delta p=4,4$ кПа.

Проведенные экспериментальные исследования позволили сделать вывод о полном соответствии характеристик установки техническому заданию и возможности её использования в качестве холодильной машины для судовой продовольственной камеры.

Список литературы:

1. Булат Л.П. и др. Термоэлектрическое охлаждение : Текст лекций / под общ. редакцией Л. П. Булата. - СПб.: СПбГУНиПТ, 2002 147 с.
2. Бурштейн А.И. Физические основы расчета полупроводниковых термоэлектрических устройств. М., Физматгиз, 1962 г., 136 с.
3. Иоффе А.Ф. Термоэлектрическое охлаждение, изд. АН СССР, 1956г., - 112 стр.
4. Кутателадзе С. С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие.- М.: Энергоатомиздат, 1990. 367с.
5. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: Пер. с англ. /Справочник. - М.: Атомиздат, 1979. 216 с.
6. Патент Р.Ф. № 2091676. Термоэлектрический холодильник. / Бурцев С.И., Сулин А.Б., Емельянов А.Л., Курбан В.Д., Костин Н.Н., Никитин Г.Г., Бюл. №27 ВНИИПИ, М., 27.09.97.
7. Сулин А.Б. Особенности проектирования систем термостатирования с применением современных информационных технологий // В кн. "Тезисы докладов НТК "Холодильная техника России. Состояние и перспективы накануне XXI века". С.-Петербург, 1998.
8. Сулин А.Б., Котельников К.В. Термоэлектрические охлаждающие устройства, Интеллектуальная оболочка для базы данных. // В кн. "Термоэлектрики и их применение". Доклады VI Межгосударственного семинара 27 – 28 сентября 1008 г. С.-Петербург

УДК 621.175.3.

ВЕНТИЛЯТОРНАЯ ГРАДИРНЯ С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ

А.Л. Емельянов, М.И. Полторацкий

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

emelianovt@mail.ru, poltorazky.m@gmail.com

В системах оборотного водоснабжения в качестве воздухоохладителей широко используются градирни различных типов, в которых вода охлаждается за счет испарения ее части (не более 2%). При этом циркулирующая вода может охладиться на (5-10)°С. В холодильной технике весьма перспективно использование испарительных градирен для охлаждения конденсаторов вместо традиционного воздушного способа, что позволяет снизить энергопотребление установки на (10-15)%. Характеристики основных типов градирен, используемых в технике, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Охладитель	Область применения охладителя воды		
	Удельная тепловая нагрузка (кВт/(м ² /ч))	Перепад температур воды, °С	Разность температуры охлажденной воды и температуры атмосферного воздуха по смоченному термометру, °С
Вентиляторные градирни	100 и более	3-20	4-5
Башенные градирни	100 и более	5-15	8-10
Открытые градирни	5-20	5-10	10-12
Эжекционные градирни	50	3-20	4-5

Для большого числа технических приложений требуются компактные градирни, способные работать в широком диапазоне удельной тепловой нагрузки в условиях загрязнений и не требующие систематического технического обслуживания. Из указанных в таблице типов предпочтение следует отдать вентиляторным градирням с брызгальным оросителем. Башенные и открытые градирни имеют значительные габариты и требуют существенных капитальных затрат, эжекционные градирни не могут эффективно работать в условиях загрязнения воды.

Любая градирня по существу является классическим теплообменным аппаратом, и интенсификация процесса теплообмена между воздухом и водой является основной задачей в борьбе за энергоэффективность установки. Для этих целей используются устройства, развивающие площадь контакта сред, так называемые оросители [1]. В химической технологии нашли широкое применение различные теплообменные аппараты, в которых используется эффект «кипящего, псевдоожигенного слоя». Проведение процессов в таком слое основывается на взвешивании мелкоизмельченного твердого материала в потоке газа (реже – жидкости), поднимающегося вверх. Гидравлическое сопротивление «кипящего» слоя при этом относительно невелико, а уменьшение размеров частиц приводит к увеличению поверхности их контакта с потоком, в результате интенсивность протекания теплообменных процессов существенно возрастает (обжиг, теплообмен при испарении, сушка зернистых и порошкообразных материалов, адсорбции и т.д.). По предварительным оценкам, эффект от интенсификации теплообмена в вентиляторной градирне с «псевдоожигенным слоем» существенно превзойдет эффект охлаждения в аппарате с брызгальным оросителем. В результате активного перемешивания воды и воздуха наблюдается

ся интенсивное испарение и охлаждение, что позволяет использовать малогабаритные, сравнительно недорогие и экономичные градирни в системах локального водооборота. Градирни с псевдооживленным слоем предложены в заявке [2], в ОдГИХП в течение ряда лет выпускается градирня «Одесса» с оросителем из «псевдооживленного слоя» на основе шаров из вспененной пластмасы [1].

В многочисленных монографиях по химической технологии, в частности в [3, 4], подробно анализируется гидродинамика «псевдооживленного слоя». Однако, теплообменные процессы применительно к градирням со слоем из крупнозернистого полимерного материала не рассмотрены, в частности отсутствует методика расчета подобных аппаратов для различной производительности. Для проектирования перспективных градирен с псевдооживленным слоем, требуется решить ряд задач. В том числе:

- определить гидравлические, аэродинамические и тепловые характеристики градирни;
- описать процессы теплообмена в вентиляторной градирне с псевдооживленным слоем системами дифференциальных уравнений, базирующимися на теоретических положениях, использованных при описании процессов теплообмена в традиционных градирнях;
- разработать практическую методику гидроаэротермических расчетов градирни на базе полученных систем уравнений и характеристик;
- разработать конструктивные решения, позволяющие улучшить гидравлический режим, эффективность и надежность градирни.

Для решения этих вопросов создана экспериментальная установка, схема которой показана на рис. 1.

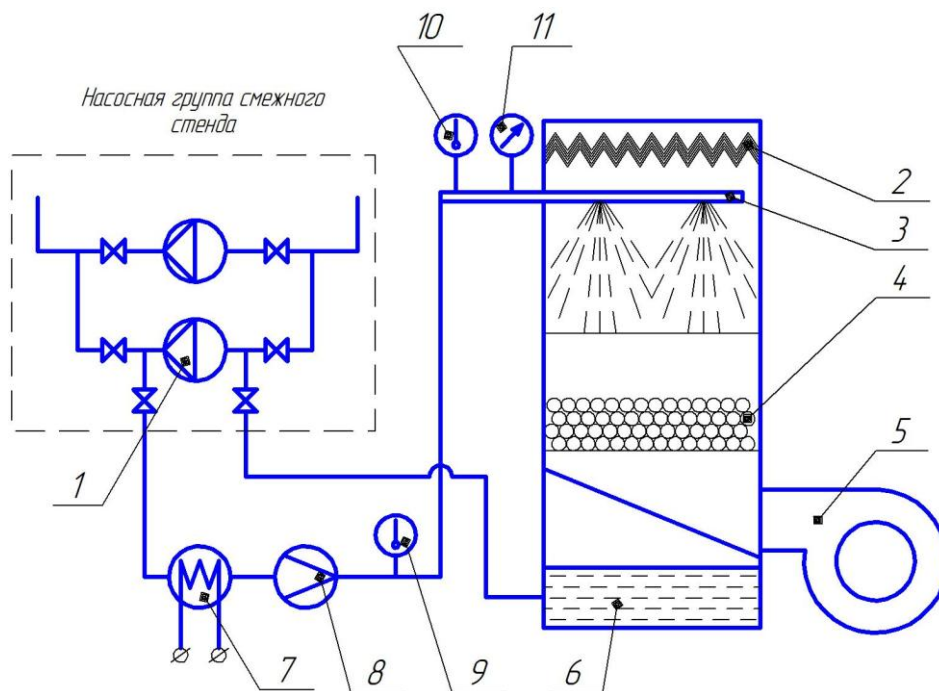


Рис. 1. Схема испытательной установки

1 - жидкостной насос типа ГРЕ 32-250s, 2 - каплеуловитель, 3 - водораспределитель, 4 - пакет полимерных шариков, 5 - вентилятор серии ВР 300, 6 - поддон, 7 - каналный водонагреватель мощностью 9кВт, 8 - расходомер, 9, 10 - термометры, 11 - манометр.

В качестве оросителя 4 использованы шары из вспененного полипропилена диаметром 20 мм. Их плотность составляет 600 кг/м^3 . Насыпная плотность составит 360 кг/м^3 . Ориентировочное аэродинамическое сопротивление такого оросителя будет составлять 550 кПа, что является нормальным для данного типа оросителя. В связи с высоким аэродинамическим сопротивлением, необходимо использовать радиальный вентилятор с высокими напорными характеристиками. Высота пакета принята в соответствии с рекомендациями [1], равной восьми диаметрам шаров и составляет 0,16м. Водораспределитель 3 выполнен из медных труб с отверстиями диаметром 5мм. Расположение отверстий рассчитано и подобрано из условий оптимального водораспределения по всей площади оросителя. Жидкостные насосы имеют возможность инверторного управления. С их

помощью будет подобрана оптимальная для конкретных условий плотность орошения. Температура воды на входе в градирню поддерживается при помощи канального водонагревателя 7 мощностью до 9кВт, и управляется симисторным регулятором температуры. Для определения гидроаэротермических характеристик и охлаждающей способности оросителя измеряются: скорость движения воздуха в свободном сечении градирни над оросителем, плотность орошения, температура горячей воды на входе в градирню, температура охлажденной воды на выходе из градирни, барометрическое давление, температура воздуха по сухому термометру, температура воздуха по смоченному термометру.

Установка позволяет оценить эффективность работы оросителя в виде зависимости коэффициентов тепло- и массоотдачи псевдооживленного слоя от числа испарения и расхода воздуха. Кроме этого, оценить зависимость аэродинамических характеристик градирни от количества подаваемого воздуха и рассмотреть работу аппарата в условиях переменных тепловых нагрузок, представить зависимость режима движения шаров от гидравлической и аэродинамической нагрузок, рассмотреть их влияние на тепломассообменные процессы.

Список литературы:

1. В.С Пономаренко, Ю.И Арефьев "Градирни промышленных и энергетических предприятий", Москва, Энергоатомиздат 1998. 376 с.
2. Утилизатор тепла с кипящим слоем: пат. № 2319093 Рос. Федерация: МПК F28C1/00/ Кочетов Олег Савельевич (RU), Кочетова Мария Олеговна (RU); Заявка №2006136183/06 от 13.10.2006.
3. М.Э. Аэров, О.М. Годес, Д.А. Наринский "Аппараты со стационарным зернистым слоем", Ленинград, "Химия". 1979. 176 с.
4. Щукина Л.В., Рыбалко Л.И., Подоплелов Е.В. "Процессы и аппараты химической технологии. Гидромеханические процессы." Учебное пособие, Ангарск, Издание Ангарской государственной технической академии. 2010. 74 с.

УДК:621.565.9.045

**КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ:
ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРОИЗВОДСТВО В РОССИИ****А.Л. Емельянов¹, Е.В. Кожевникова¹, Т.А. Лопаткина²**

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – ИЭМЗ «КУПОЛ», г. Ижевск, Россия

emelianovt@mail.ru, trusovsa@gmail.com, cheine@yandex.ru

Рынок транспортных кондиционеров в России образуют системы кондиционирования (СКВ) для новых и модернизируемых пассажирских вагонов, вагоны-рестораны и вагоны сопро-вождения, разнообразные кабины управления локомотивов и салонов трамваев, рельсовых автобусов, вагонов метро и электропоездов, карьерных экскаваторов, различных кранов, мобильных пунктов управления, наземных систем подготовки авиационной техники к полетам и других движущихся объектов. При создании транспортных СКВ приходится учитывать дефицит мощности бортовых силовых агрегатов, жесткие требования по ремонтпригодности, массе и габаритам, надежную работу в условиях сильной вибрации, значительных изменений температуры окружающей среды, колебаний напряжения питания, комплексные конструктивные и технологические требования со стороны объекта кондиционирования и ряд других факторов.

Необходимость сочетания указанных факторов с высокой функциональностью транспортной СКВ, разнообразие объектов потребовали от разработчиков этих систем решения ряда проблем. Остановимся на наиболее важных проблемах и полученных в последние годы результатах их решения.

1. Комплексный анализ системы «объект кондиционирования – персонал (или пассажиры) – кондиционеры – окружающая среда» на основе математической модели нестационарного теплообмена в транспортном объекте с СКВ [1,2].

Рассмотрена общая структурная схема объекта с СКВ и ее отдельные элементы – кондиционер, как устройство для обработки воздуха, система воздухораспределения, собственно кондиционируемый объект (помещение) и система управления режимом работы СКВ. На примере пассажирского вагона предложена обобщенная математическая модель нестационарного теплового режима транспортного объекта с СКВ. Физически обоснованные допущения позволили рассматривать объект кондиционирования как систему с сосредоточенными параметрами. Проведен анализ установившихся и переходных воздушных тепловых процессов в пассажирском вагоне в целом и отдельном купе. На основе этого анализа рассматриваются требования к СКВ и системе управления вагона на различных этапах его эксплуатации. Предложены способы индивидуального управления температурой и расходом воздуха в отдельном помещении (купе вагона, каюте корабля и т.п.) при наличии центральной системы кондиционирования, в частности получены соотношения для выбора требуемой производительности кондиционера в летний, переходный и зимний периоды, а также при построении алгоритмов управления СКВ. Исследована длительность переходных процессов в системах охлаждения воздуха в кабинах управления, предложена расчетная методика оценки показателей эффективности систем обеспечения микроклимата в кабинах.

2. Разработка принципов построения энергоэффективных транспортных компрессионных кондиционеров, удовлетворяющих требованиям энергосбережения [3].

Многолетний опыт производства и эксплуатации транспортных кондиционеров позволил сформулировать эти принципы в следующем виде:

- использование в СКВ реверсивного режима холодильной машины - “тепловой насос”;
- использование винтовых и спиральных компрессоров с частотным управлением холодопроизводительностью,
- применение вентиляторов с ЕС-двигателями вентильного типа с прямым питанием постоянным током от генератора либо в аварийном режиме от аккумуляторных батарей;
- покупное (индивидуальное) управление расходом и температурой приточного воздуха;
- оптимизация алгоритма автоматизированного управления СКВ в соответствии с внешними и внутренними возмущающими факторами;

- применение встроенных в кондиционер преобразователей постоянного тока в переменный для питания компрессора и вентиляторов, для вагонных кондиционеров отказ от подвагонного размещения преобразователей в громоздких стальных ящиках;
- использование облегченных материалов и комплектующих и, в частности, изготовление рамы кондиционера из высокопрочных алюминиевых сплавов.

3.Создание методик, алгоритмов и сервисных программ для расчета испарителей, конденсаторов и калориферов транспортных кондиционеров с учетом происходящих в них процессов и особенностей эксплуатации.

Для использования в транспортных СКВ выбраны медно-алюминиевые трубчато-пластинчатые теплообменники [4,5]. Их конструкция и современные технологии изготовления позволяют на одном и том же оборудовании изготавливать теплообменные аппараты с очень широким диапазоном передаваемой тепловой мощности от 0,2 кВт до сотен кВт. Появилась реальная возможность проектировать и изготавливать теплообменный аппарат оптимальных параметров и размеров под выполняемую задачу, что является весьма важным при проектировании новых изделий с существенными ограничениями по энергопотреблению и габаритам. Для корректного использования теплообменников, изготавливаемых по современным технологиям, были проведены исследования их коэффициентов теплоотдачи и аэродинамического сопротивления со стороны воздуха в широком диапазоне изменения температуры и расхода обменивающихся теплом сред [6]. Исследованы трубчато-пластинчатые воздухоохладители при слабом образовании конденсата, образовании конденсата на части поверхности и на всей поверхности, получены экспериментальные данные для разработки метода расчета воздухоохладителей с учетом переходной зоны, в которой пластины теплообменника покрыты конденсатом лишь частично [7]. Полученные зависимости использованы при разработке методик и сервисных программ расчета калориферов, конденсаторов и воздухоохладителей холодильных машин и кондиционеров при различных режимах их эксплуатации, в том числе методики расчета трубчато-пластинчатых воздухонагревателей, охладителей и воздухоохладителей непосредственного испарения с автоматическим перебором вариантов по количеству рядов труб, по количеству змеевиков как одинаковой, так и разных длин, по шагу распределения пластин и с выявлением полной выборки аппаратов, соответствующих условию задачи и поставленным ограничениям [8-11]. Указанные разработки использованы при создании пяти унифицированных рядов промышленных кондиционеров в НПЦ «Завод «Ленинец», г Санкт-Петербург, ИЭМЗ «Купол», г. Ижевск, ЗАО «Петроклима» и ООО «БСК», г. Санкт-Петербург и др. организациях.

4.Разработка и исследование унифицированных рядов энергоэкономичных транспортных кондиционеров.

За последние десять лет создано пять унифицированных рядов парокомпрессионных кондиционеров с различной холодопроизводительностью: для кабин управления локомотивов, электропоездов и поездов метро и т.п. объектов (до 3,5кВт); мобильных центров управления (управляющих комплексов) и карьерных экскаваторов (до 8кВт); пассажирских вагонов и вагонов-ресторанов (до 30кВт) и предполетной подготовки самолетов (до 200кВт). В докладе кратко рассмотрены, особенности конструктивных решений, пневмогидравлических и электрических схем, оптимизированные алгоритмы управления кондиционерами в СКВ соответствующих объектов, реализация испарительно-компрессионной СКВ с дополнительным охлаждением конденсатора ПКХМ воздушным потоком от испарительного блока, а также кондиционеры и холодильные установки для специальных помещений и испытаний, методика и стенд для теплотехнических испытаний парокомпрессионных кондиционеров в заводских условиях.

Список литературы:

1. Емельянов А.Л., Буравой С.Е., Платунов Е.С. Обобщённая математическая модель нестационарного теплового режима пассажирского вагона с СКВ. Электронный научный журнал «Холодильная техника и кондиционирование», ГОУ ВПО «Санкт-Петерб. гос. университет низкотемпературных и пищевых технологий. электрон. журнал. СПб ГУНТ иПТ, 2007, выпуск 1, сентябрь.
2. Емельянов А.Л., Буравой С.Е., Платунов Е.С. Системы индивидуального регулирования температуры воздуха в купе пассажирского вагона. Электронный научный журнал «Холодильная техника и кондиционирование», ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий» электрон. журнал. СПб ГУН иПТ, 2008, № 1 март. <http://refrigeration.open-mechanics.com> № гос. регистрации 0421000118

3. Емельянов А.Л., Козин В.М., Царь В.В. Энергосберегающие системы кондиционирования и вентиляции пассажирских вагонов. «Транспорт Российской Федерации», № 4 (29), 2010 г., с. 54-57.
4. Емельянов А.Л., Кожевникова Е.В., Лопаткина Т.А. Обзор методов оптимизации трубчато-пластинчатых теплообменников (анализ состояния и проблемы). Холодильная техника №4, 2010 г., стр.3-5.
5. Емельянов А.Л. Кожевникова Е.В. Лопаткина Т.А. Трубчато-пластинчатые теплообменники (производители и основные характеристики). «Вестник Международной Академии холода» 2010. № 4, с.19 – 28
6. Емельянов А.Л. Кожевникова Е.В. Исследование коэффициентов теплоотдачи в воздушных трубчато-пластинчатых теплообменниках. «Холодильная техника», № 7, 2011, с.27-30
7. Кожевникова Е.В., Лопаткина Т.А. Экспериментальное исследование эффективности методов расчета трубчато-пластинчатых воздухоохладителей при различных режимах образования конденсата. // Электронный научный журнал «Холодильная техника и кондиционирование», СПб ГУНиПТ. 2011г. март, № 1. URL. <http://refrigeration.open-mechanics.com/articles/291.pdf>
8. Емельянов А.Л., Лопаткина Т.А. Анализ вариантов компоновки трубчато- пластинчатого теплообменника по высоте. // Электронный научный журнал «Холодильная техника и кондиционирование», СПбГУНиПТ. 2011г. март, № 1. URL. [.http://refrigeration.open-mechanics.com/articles/290.pdf](http://refrigeration.open-mechanics.com/articles/290.pdf)
9. Лопаткина Т.А. Алгоритм компьютерного расчета конструкции трубчато-пластинчатых воздухонагревателей. // Электронный научный журнал «Холодильная техника и кондиционирование», СПбГУНиПТ. 2011г. сентябрь, № 2. URL. <http://refrigeration.open-mechanics.com/articles/376.pdf>
10. Лопаткина Т.А. Определение оптимального количества змеевиков для трубчато-пластинчатых теплообменников. // Электронный научный журнал «Холодильная техника и кондиционирование», СПбГУНиПТ. 2011г. сентябрь, № 2. URL. <http://refrigeration.open-mechanics.com/articles/377.pdf>
11. Емельянов А.Л., Ключев С.И., Кожевникова Е.В., Лопаткина Т.А. Проектирование транспортных кондиционеров. Вестник МАХ, 2012г., № 1, с.19-22.

УДК 533

КРАТКОСРОЧНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛОВЫХ ЗАВЕС

А.Ю. Григорьев¹, А.А. Шилец²

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – ООО «ОК», Санкт-Петербург, Россия

augrig@bk.ru

Широкое использование воздушных тепловых завес требует подробного изучения их работы при различных режимах и условиях. Ниже представлены экспериментальные и расчетные результаты полей температур и скоростей течения воздуха в проеме высотой 1,8 метра, с температурой в помещениях $T_1=295\text{K}$, $T_2=283\text{K}$. Температура воздуха на выходе из тепловой завесы $T_3=305\text{K}$, скорость истечения воздуха из завесы $V_3=5,9\text{ м/с}$.

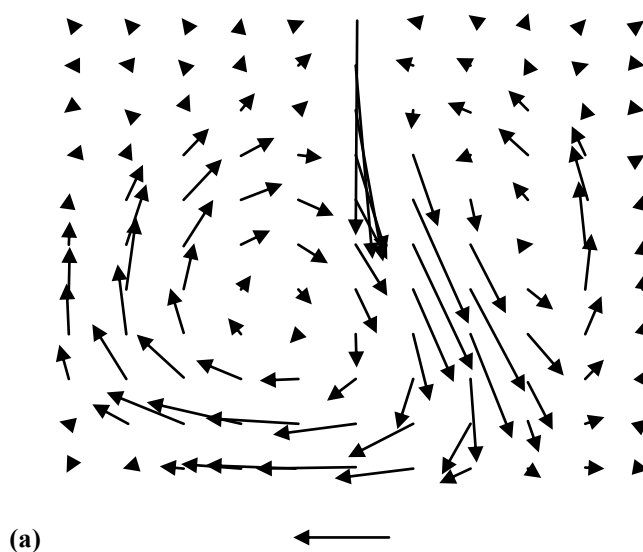
Как видно, из рис. 1, поле температур определяется полем скоростей, в то время как картина течения воздуха носит струйный характер, с образованием вихревого течения, как в холодном, так и в теплом помещениях.

Из представленных рисунков 1 и 2 видно, что получена хорошая качественная и количественная сходимость экспериментально полученных данных с расчетом полей температур воздуха в проеме.

Имеющееся расхождение расчетных и экспериментальных данных вызвано как не учетом всех факторов в математической модели [1], так и погрешностей, вносимых в процессе аппроксимации дифференциальных уравнений, кроме этого результаты экспериментальных исследований так же имеют погрешность [2].

Из рис. 1б видно, что перераспределение температуры воздуха циркулирующего на границе холодного и теплого помещений, на первый взгляд противоречит физике (вследствие большей плотности холодный воздух должен вытеснить более теплый по всей высоте проема). Однако, из рис. 1а видно, что в данный момент времени (через 5 сек после открытия проема и включения завесы) имеет место отклонение струи теплого воздуха поступающего из завесы в сторону холодного помещения, а вытеснение теплого воздуха холодным имеет место только по низу проема.

Это объясняется тем, что в момент открытия проема, соединяющего два помещения с разными температурами, холодный воздух вблизи проема в силу своей более высокой плотности опускается к низу проема и



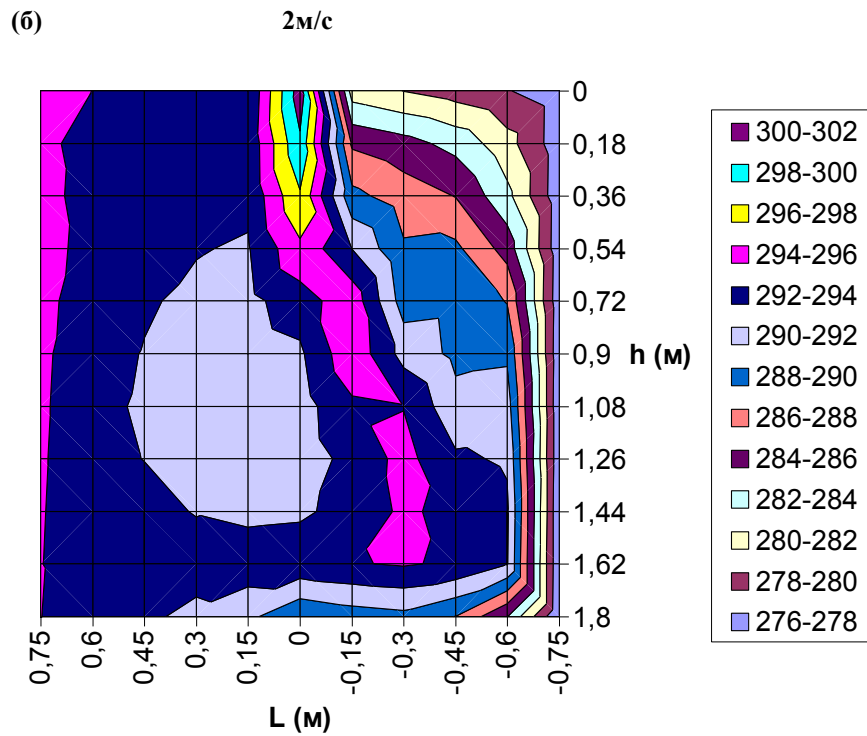
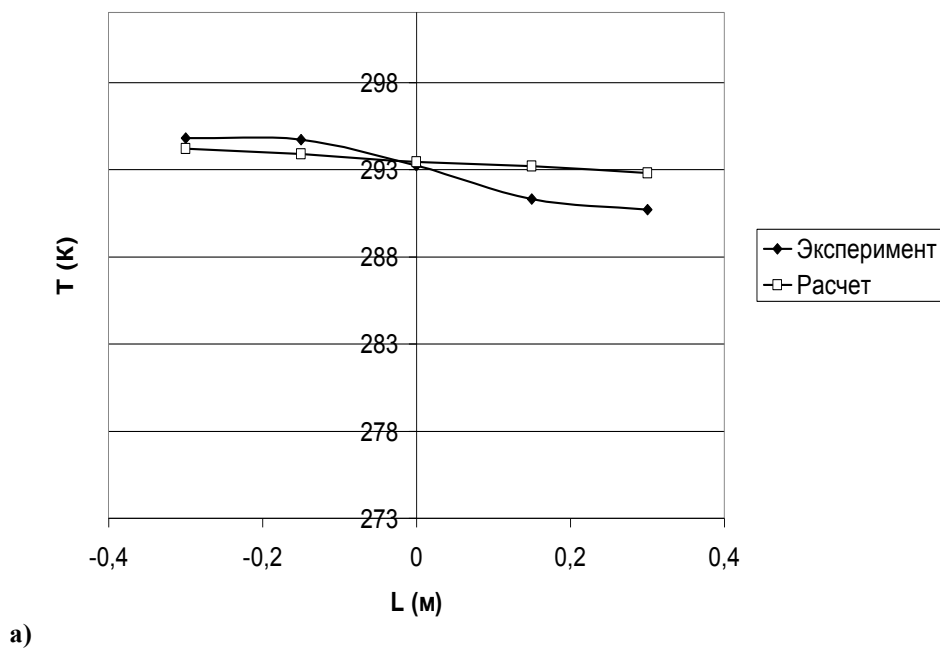


Рис. 1. Поле скоростей (а) и температуры (б) течения воздуха в проеме через 5 секунд после включения ВТЗ начинает подтекать в теплое помещение, вытесняя более легкий воздух теплового помещения, в то время как воздух, подаваемый завесой, занимает образовавшееся пространство в холодном помещении

В теплом помещении (рис. 1а) имеет место развитое вихревое движение, а в холодном оно только зарождается. Это так же объясняется выше сказанным. В теплой части и струя воздуха из завесы и подтекающий по полу холодный воздух раскручивают вихрь по часовой стрелке. В холодном помещении струя воздуха из завесы раскручивает вихрь против часовой стрелки, а подтекающий из холодного помещения в теплое воздух раскручивает его по часовой стрелке. Это противоборство снижает скорость развития вихря в холодном помещении.



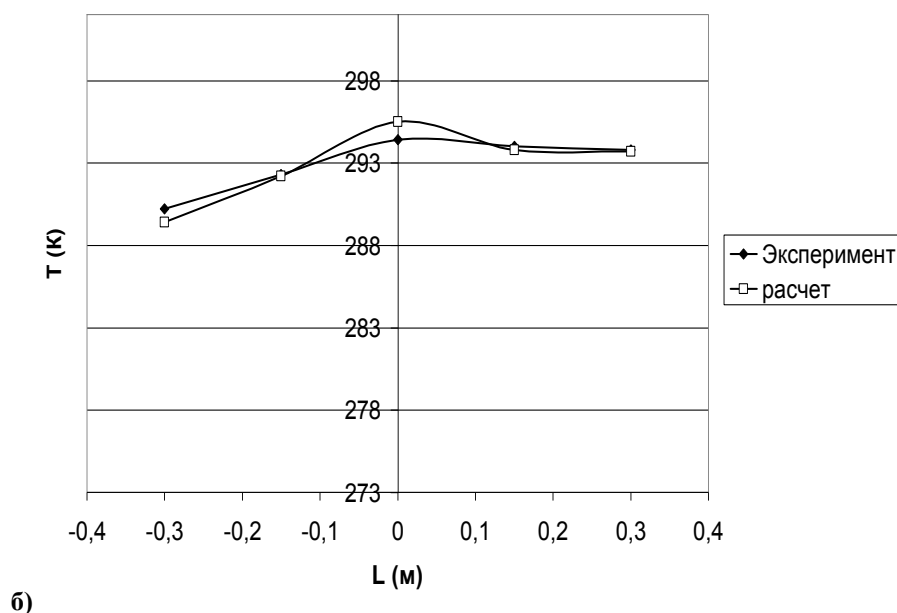


Рис. 2. Значения температуры воздуха в точках замера на различной высоте (рис (а) $h=0,8$ м, рис (б) $h=1,6$ м) через $t=5$ с после включения ВТЗ

Экспериментальные и расчетные исследования (рис. 2а, 2б) качественно и количественно дали один и тот же близкий результат: на малой высоте проема от пола ($h=1,6$ м от верхней кромки проема) в точках замера температура воздуха в холодном помещении выше температуры воздуха в теплом помещении. На высоте $h=0,8$ м от верхней кромки проема (рис. 2а) зависимость обратная «правильная», так как на этой высоте в данный момент времени отклонение струи в сторону холодного помещения небольшое.

На рисунке 1б отчетливо заметно подтекание холодного воздуха в теплое помещение. Поэтому следует отметить, что тепловая завеса в момент времени $t=5$ с еще не вышла на постоянный режим работы и в данный момент не обеспечивает полную защиту теплого помещения от поступления холодного воздуха.

Список литературы:

1. Григорьев А.Ю., Рубцов И.А., Шилец А.А. Моделирование пусковых режимов работы тепловых завес. // «Вестник МАХ» №3. 2012. с. 32 – 35.
2. Григорьев А.Ю. Аэро – и термодинамические процессы в проемах, оборудованных тепловыми завесами. // «Вестник МАХ» №4. 2011. с. 8 – 11.

УДК 628.84

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИЗМЕНЕНИЕ РАСХОДОВ ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА ПО КОНЦЕНТРАЦИИ CO₂

А.К. Рубцов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

kafedra-kv@yandex.ru

Проектирование систем вентиляции и кондиционирования офисных зданий, учебных классов, аудиторий и других помещений, в которых до недавнего времени расчет требуемого количества свежего воздуха осуществлялся исключительно исходя из максимального количества присутствующих людей с учетом их физической активности. Согласно отечественным требованиям СНиП 41-01-2003 в помещениях общественного и административного назначения минимальный расход свежего воздуха на одного человека составляет 60 м³/час, за исключением помещений, в которых люди находятся не более двух часов. В последнем случае минимальный расход свежего воздуха на одного человека составляет 20 м³/час.

В отечественной практике, так и за рубежом с некоторого времени расчет необходимого количества воздуха начал производиться исходя или с учетом площади помещений. Однако при этом имеются значительные расхождения используемых подходов и конечных результатов расчета.

В национальном стандарте РФ «ВЕНТИЛЯЦИЯ В НЕЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ» Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования EN 13779:2007 сформулированы требования к качеству воздуха в обслуживаемых помещениях:

Основные классы воздуха в помещениях приведены в таблице 1 (для помещений, в которых находятся люди).

Таблица 1

Классификация воздуха в помещениях	
Класс	Характеристика
IDA 1	Высокое качество воздуха в помещениях
IDA 2	Среднее качество воздуха в помещениях
IDA 3	Приемлемое качество воздуха в помещениях
IDA 4	Низкое качество воздуха в помещениях

Точное определение каждого класса зависит от характера источника загрязнений и воздействия этих загрязнений. Например, источники загрязнений могут быть:

- локализованными или распространенными по всему зданию;
- действующими непрерывно или периодически;
- выделяющими частицы (неорганические, жизнеспособные, другие органические) или газы (пары - органические или неорганические).

В таблице 2 приведена классификация воздуха в помещениях по концентрации CO₂, соответствующая результатам исследований и принятой практике. CO₂ является хорошим индикатором биологических выделений от человека. Классификация по концентрации CO₂ широко применяется для помещений, в которых находятся люди, но запрещено курение и загрязнения являются, в основном, следствием метаболизма человека. Типовые концентрации CO₂, добавляемого к наружному воздуху находящимися в помещении людьми, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Класс	Содержание CO ₂ в помещениях сверх содержания в наружном воздухе, ppm	
	Типовые пределы	Типовые значения
IDA 1	≤ 400	350
IDA 2	400-600	500
IDA 3	600-1000	800
IDA 4	> 1000	1200

Классы по содержанию CO₂, как правило, соответствуют расходу наружного воздуха по таблице 3.

Таблица 3

Класс	Единица измерения	Значение расхода наружного воздуха			
		Курение запрещено		Курение разрешено	
		Предельное	Номинальное	Предельное	Номинальное
IDA 1	м ³ /(ч·чел) л/(с·чел)	> 54	72	> 108	144
		> 15	20	> 30	40
IDA 2	м ³ /(ч·чел) л/(с·чел)	36-54	45	72-108	90
		10-15	12,5	20-30	25
IDA 3	м ³ /(ч·чел) л/(с·чел)	22-36	29	43-72	58
		6-10	8	12-20	16
IDA 4	м ³ /(ч·чел) л/(с·чел)	< 22	18	< 43	36
		< 6	5	< 12	10

При проектировании систем вентиляции следует учитывать качество наружного воздуха вблизи здания или предполагаемого места расположения здания.

Уровни загрязнения наружного воздуха приведены в таблице 4.

Таблица 4

Местность	Примеры содержания загрязнений в наружном воздухе					
	Концентрация в воздухе					
	CO ₂ , ppm	CO, мг/м ³	NO ₂ , мкг/м ³	SO ₂ , мкг/м ³	частиц	
Общая концентрация, мг/м ³					PM ₁₀ , мкг/м ³	
Сельская местность, существенные источники отсутствуют	350	< 1	5-35	≤ 5	≤ 0,1	≤ 20
Небольшой город	375	1-3	15-40	5-15	0,1-0,3	10-30
Загрязненный центр большого города	400	2-6	30-80	10-50	0,2-1,0	20-50
Примечание - Приведенные значения являются среднегодовыми. Их не следует использовать при проектировании, поскольку максимальные концентрации будут выше. Для более подробной информации, следует выполнить оценку загрязнений на месте или пользоваться соответствующими руководствами.						

Примечание очень важно, так как можно сильно ошибиться в конечном результате используя норматив. Например, концентрация CO₂ в центре города может достигать 600-700 ppm.

Стандарт рекомендует выбирать тип управления системами вентиляции исходя из особенности конкретной ситуации:

Тип	Характеристика
IDA - C1	Управление отсутствует Система работает непрерывно
IDA - C2	Ручное управление Включение и выключение системы осуществляется вручную
IDA - C3	Управление по времени Система работает в соответствии с заданным графиком
IDA - C4	Управление в зависимости от наличия людей Система включается автоматически при входе людей в помещение и выключается при их выходе (инфракрасные сенсоры, выключатели света и пр.)
IDA - C5	Управление с учетом числа людей Система обеспечивает расход воздуха в зависимости от числа людей в помещении
IDA - C6	Прямое управление Системой управляют датчики, измеряющие параметры воздуха или связанные с ними величины (например, CO ₂ , смесь газов или летучие органические соединения). Контролируемые параметры выбираются с учетом вида деятельности в помещении

Лучший результат, может быть, достигнут при активном управлении. Например, целесообразно организовать непрерывный контроль уровня загрязнений и при его повышении до предельного допустимого значения увеличить расход воздуха.

Наиболее привлекательным с целью энергосбережения видится применение автоматического изменения расхода воздуха непосредственно на основе оцениваемого количества присутствующих людей или косвенно - по результатам измерения концентрации CO₂.

Зарубежные коллеги рекомендуют следующий подход:

Стандарт AHRAE 62.12004 допускает динамическое изменение режимов подачи воздуха в соответствии с реальной нагрузкой на систему вентиляции.

Выдержка из стандарта: 6.2.7. Динамическое изменение режимов. Система может проектироваться с учетом изменения расхода свежего воздуха или расхода воздуха, подаваемого в рабочую или обслуживаемую зону в зависимости от изменяющейся обстановки. Указанное изменение обстановки включает в себя следующие случаи:

Изменение количества людей, присутствующих в одной или более индивидуальных зонах, а также потребного удельного расхода воздуха на человека, в соответствии, с чем меняются требования по расходу свежего воздуха.

Примерами измерений, регистрирующих подобные изменения, являются следующие: дневное расписание, прямой подсчет количества людей, а также оценка количества присутствующих людей или удельного расхода свежего воздуха на человека с использованием датчиков, таких как, например, датчики концентрации CO₂. Стандарт допускает динамическое изменение режимов работы вентиляции - когда текущие значения необходимого количества свежего воздуха на притоке определяются на основании реально складывающейся обстановки. Использование динамического изменения режимов способствуют сокращению количества приточного воздуха (и потребляемой энергии), соответствуя при этом стандарту.

Хотелось бы надеяться, что такой подход чаще будет использоваться в отечественной практике проектирования систем вентиляции и кондиционирования.

Список литературы:

- ГОСТ Р ЕН 13779-2007 «Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования» Москва: Стандартинформ. 2008.
- Stanke, D. 2004. «Single-zone and dedicated-OA systems.» ASHRAE Journal 46 (10). p. 12 – 21.
- Stanke, D. 2004. «Ventilation for changeover-bypass VAV systems.» ASHRAE Journal 46 (10). p. 22 – 32.
- Stanke, D. 2005. «Single-path multiple-zone system design.» ASHRAE Journal 47 (1). p. 28 – 35.

5. Stanke, D. 2005. «Designing dual-path multiple-zone systems.» ASHRAE Journal 47 (5). p. 20 – 30.
6. ASHRAE. 2005. 62.1 User's Manual: ANSI/ASHRAE Standard 62.1 2004.

УДК 628.8 + 697.9

ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ С РАЗНОХАРАКТЕРНЫМИ НАГРУЗКАМИ

Н.В. Коченков, В.В. Немировская

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

kochenkov63@mail.ru, kafedra-kv@yandex.ru

Функциональные требования к СКВ не должны сводиться только лишь к обеспечению ими нормируемых параметров воздушной среды в обслуживаемых помещениях. Выполнение этой задачи должно быть организовано таким образом, чтобы потребляемые в процессе тепловлажностной обработки воздуха энергетические ресурсы (теплота, холод, воздух и вода) использовались эффективно, т. е. без необоснованных их перерасходов. Способность системы функционировать энергоэффективно – это современное требование к ней, обусловленное необходимостью повышения эффективности использования потребляемых энергетических ресурсов [1].

С учетом указанных требований к СКВ на нее должны возлагаться две взаимосвязанные задачи: во-первых, обеспечение нормируемых параметров воздуха в обслуживаемых помещениях, и, во-вторых, организация энергоэффективного управления процессом тепловлажностной обработки воздуха, т. е. управления по энергосберегающим режимам.

Для объектов, имеющих помещения с однохарактерными нагрузками, научно-методические основы для решения таких задач разработаны [2, 3]. Для объектов же, имеющих помещения с разнохарактерными нагрузками, решается только задача по обеспечению нормируемых параметров воздушной среды в обслуживаемых помещениях. Задача же по организации энергоэффективного управления СКВ даже не ставится заказчиком в техническом задании на разработку системы, поскольку обязательность наличия такого требования к системе в нормативных документах не прописана, а необходимое для решения этой задачи научно-методическое обеспечение отсутствует.

Таким образом, необходимость разработки научно-методических основ для создания СКВ, энергоэффективно обслуживающих помещения с разнохарактерными нагрузками, является актуальной проблемой систем обеспечения микроклимата. Системный подход к решению этой проблемы должен основываться на научных положениях, изложенных в главе 6 работы [2].

Можно выделить два принципиально различных подхода к разработке СКВ, обслуживающих помещения с разнохарактерными нагрузками.

При первом подходе принимается, что каждое из помещений обслуживается своей отдельной СКВ. Этот вариант системы представляет собой совокупность самостоятельных однозональных СКВ. По капитальным затратам этот вариант СКВ невыгоден, однако по расходам потребляемых энергетических ресурсов его можно рассматривать в качестве эталонного, поскольку здесь возможна организация управления каждой СКВ по энергосберегающим режимам.

При втором подходе к разработке СКВ в составе системы предусматривается централизованная обработка наружного воздуха, например, в центральном кондиционере (ЦК). Однако, поскольку ЦК не может самостоятельно обеспечить требуемые параметры воздушной среды во всех помещениях одновременно, то дополнительно требуются еще системы, которые условно назовем местными.

Не смотря на то, что этот подход (под различными его названиями) широко используется в практике проектирования, тем не менее, в существующих способах его реализации не предусматривается решение задачи по организации эффективного управления процессом тепловлажностной обработки воздуха в создаваемой системе.

И тем не менее этот второй подход к разработке СКВ заслуживает серьезного внимания, поскольку здесь можно добиться не только сокращения капитальных затрат за счет централизации процессов обработки наружного воздуха, но и существенно повысить эффективность использования энергетических ресурсов, потребляемых при тепловлажностной обработке воздуха, за счет того, что их расходы могут быть сведены к тем эталонным значениям, которые имеют место при

однозональных СКВ. Для этого необходимо выявить те проблемные вопросы, которые имеют место при использовании этого подхода, и разработать научно-методическую базу для их решения.

Остановимся на рассмотрении одного из таких проблемных вопросов, а именно: какие процессы тепловлажностной обработки воздуха должны быть предусмотрены в ЦК, функционирующем одновременно на помещения с разнохарактерными нагрузками?

На первый взгляд ответ на этот вопрос вполне очевиден: для эффективного использования потребляемых энергетических ресурсов тепловлажностная обработка наружного воздуха в ЦК должна быть организована по энергосберегающим режимам. Но как этого добиться, ведь требования к технологии обработки воздуха в ЦК, предъявляемые со стороны разнохарактерных нагрузок в помещениях, зачастую могут не совпадать, в результате чего для помещений одновременно потребуются разные, в том числе и взаимоисключающие, процессы обработки воздуха в ЦК. Кроме того, могут быть случаи, когда для одного из помещений не требуется первая (I) рециркуляция, а для другого – ее использование является обязательным. Покажем на следующих двух примерах, насколько сложным является этот вопрос.

Рассматривается объект, состоящий из двух помещений (обозначенных соответственно номерами 1 и 2). Нормируемые параметры воздушной среды в обоих помещениях одинаковые: заданы в виде области $U_a U_6 U_B U_r$, а в течение года поддерживаются по диагонали $U_a U_B$ (рис. 1, 2). Оба помещения встроенного типа, с постоянными тепловыми, влажностными и газовыми нагрузками, которые являются разнохарактерными.

В графическом виде информация об этих нагрузках представлена на *I-d*-диаграмме в виде исходных термодинамических схем (ИТС), обозначенных соответственно как ИТС⁽¹⁾ и ИТС⁽²⁾ (рис. 1, 2). При этом ИТС⁽¹⁾ показана сплошной линией; ИТС⁽²⁾ – пунктирной.

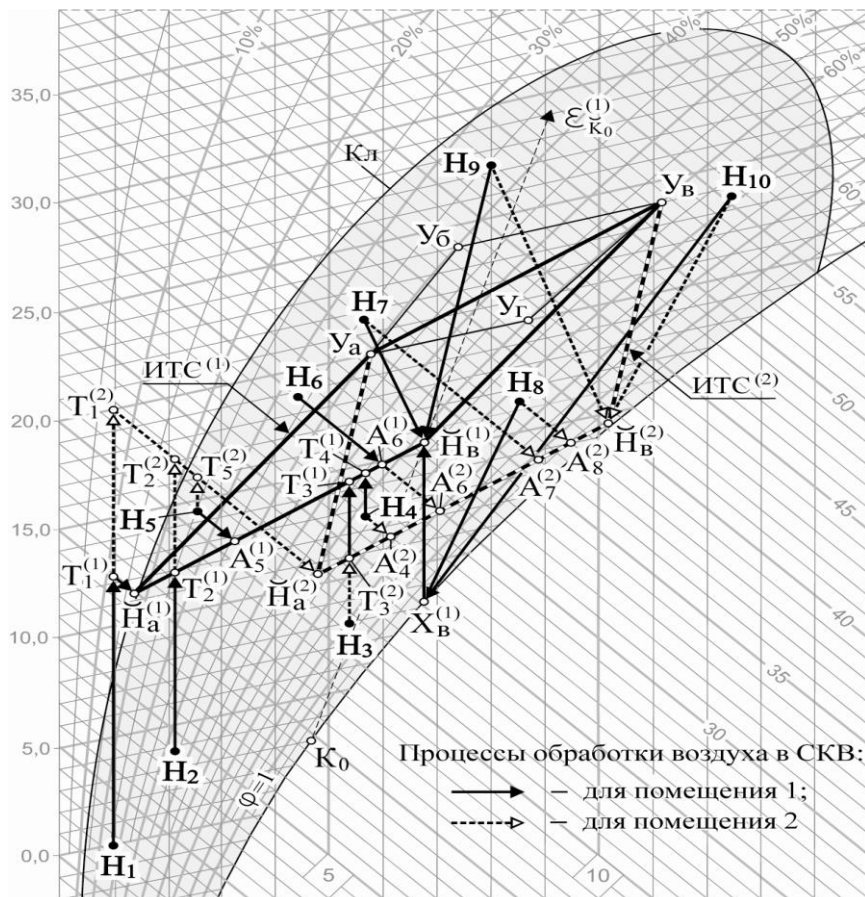


Рис. 1. Процессы обработки воздуха в СКВ в примере 1

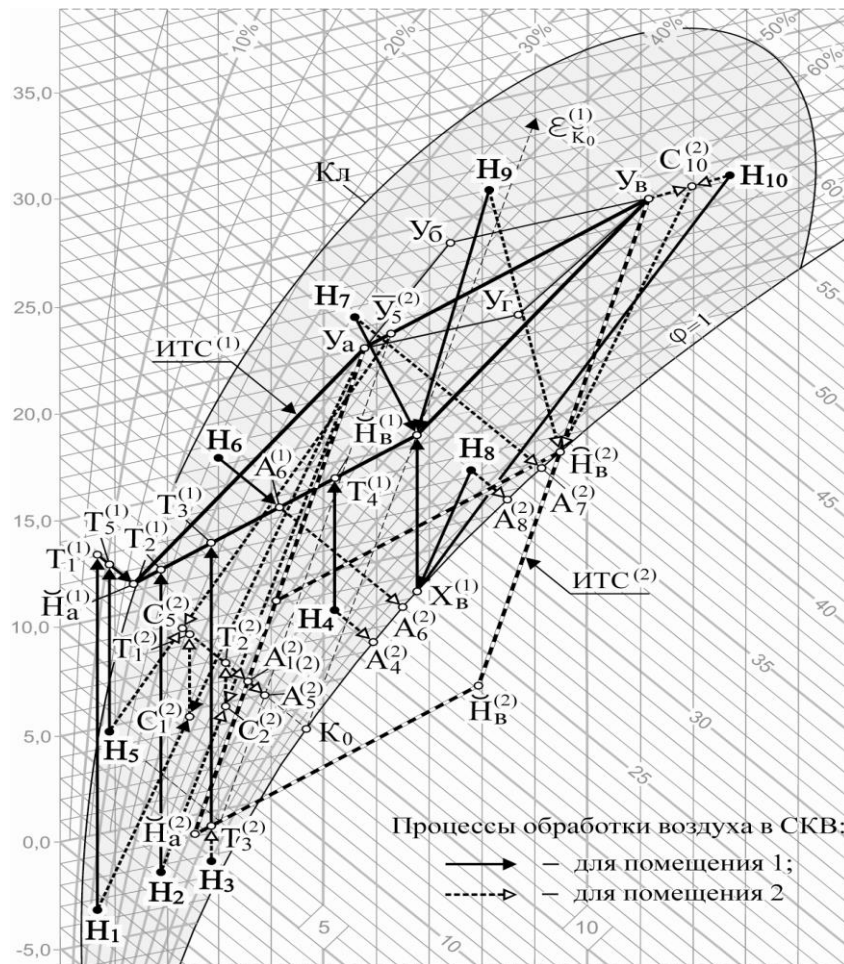


Рис. 2. Процессы обработки воздуха в СКВ в примере 2

Для помещения 1 первая рециркуляция не требуется, так как все опорные точки ИТС⁽¹⁾ расположены выше линии $\phi = 1$. Для помещения 2 принято два варианта положения ИТС⁽²⁾: в одном – I рециркуляция не требуется (рис. 1); в другом – ее использование является необходимым, так как опорная точка $\check{H}_B^{(2)}$ располагается под линией $\phi = 1$ (рис. 2).

Соответственно рассматривается два примера: в первом – в обоих помещениях I рециркуляция не используется (рис. 1); во втором – для помещения 1 не требуется I рециркуляция, а для помещения 2 – ее использование в определенные моменты времени года является обязательным (рис. 2). В каждом из этих примеров требуется сравнить между собой энергосберегающие режимы функционирования двух отдельных СКВ, каждая из которых обслуживает свое помещение.

Из всей области климата, очерченной на *I-d*-диаграмме линией *Кл*, выбрано десять представительных точек, обозначенных как H_1, H_2, \dots, H_{10} . Для этих точек климата показаны энергосберегающие процессы обработки воздуха (для помещения 1 – сплошными стрелками; для помещения 2 – пунктирными), которые требуются для каждого из помещений.

Сравнительный их анализ позволяет выделить следующие характерные случаи для режимов функционирования СКВ, которые требуются для помещений 1 и 2 в представительных точках климата.

Во-первых, режимы функционирования СКВ могут состоять из одних и тех же процессов обработки воздуха, причем в одной и той же их последовательности, но вектора этих процессов будут начинаться и (или) заканчиваться в разных точках. В примере 1 это характерно для представительных точек климата H_1, H_3, H_6 . Так, в точке H_1 (рис. 1) для обоих помещений требуется нагрев и адиабатное увлажнение: для помещения 1 это вектора $H_1T_1^{(1)}$ и $T_1^{(1)}\check{H}_a^{(1)}$; для помещения 2 – соответственно вектора $H_1T_1^{(2)}$ и $T_1^{(2)}\check{H}_a^{(2)}$. В точке H_3 (рис. 1, 2) требуются только

процессы нагрева: для помещения 1 – вектор $H_3T_3^{(1)}$; для помещения 2 – вектор $H_3T_3^{(2)}$. В точке H_6 (рис. 1, 2) требуются только процессы адиабатного увлажнения: для помещения 1 – вектор $H_6A_6^{(1)}$; для помещения 2 – вектор $H_6A_6^{(2)}$.

Во-вторых, режимы функционирования СКВ могут отличаться между собой хотя бы одним процессом. Это характерно для представительных точек климата H_2, H_5, H_{10} (рис. 1). Так, в точке H_2 для помещения 1 требуется только нагрев (вектор $H_2T_2^{(1)}$); для помещения 2 – нагрев (вектор $H_2T_2^{(2)}$) и адиабатное увлажнение (вектор $T_2^{(2)}\check{H}_a^{(2)}$). В точке H_5 для помещения 1 требуется адиабатное увлажнение (вектор $H_5A_5^{(1)}$); для помещения 2 – нагрев (вектор $H_5T_2^{(2)}$) и адиабатное увлажнение (вектор $T_2^{(2)}\check{H}_a^{(2)}$). В точке H_{10} для помещения 1 требуется политропное охлаждение с осушкой (вектор $H_{10}X_B^{(1)}$) и нагрев (вектор $X_B^{(1)}\check{H}_B^{(1)}$); для помещения 2 – политропное охлаждение с осушкой (вектор $H_{10}\check{H}_B^{(2)}$).

В-третьих, режимы функционирования СКВ могут оказаться различными, не имеющими между собой никаких общих процессов. Это характерно для представительных точек климата H_4, H_8 (рис. 1, 2). Так, в точке H_4 для помещения 1 требуется нагрев (вектор $H_4T_4^{(1)}$), а для помещения 2 – адиабатное увлажнение (вектор $H_4A_4^{(2)}$). В точке H_8 для помещения 1 требуется политропное охлаждение с осушкой (вектор $H_8X_B^{(1)}$), а затем нагрев (вектор $X_B^{(1)}\check{H}_B^{(1)}$); для помещения 2 – адиабатное увлажнение (вектор $H_8A_8^{(2)}$).

В-четвертых, какие-то из процессов обработки воздуха могут быть общими, но при этом ни один из векторов режимов функционирования не может быть реализован полностью в ЦК и для каждого из них требуется еще дополнительная обработка воздуха в МС. Это характерно для представительных точек климата H_7, H_9 (рис. 1, 2). Так, в точке H_7 для помещения 1 требуется политропное охлаждение с увлажнением (вектор $H_7\check{H}_B^{(1)}$); для помещения 2 – адиабатное увлажнение (вектор $H_7A_7^{(2)}$). В точке H_9 требуется политропное охлаждение, но для помещения 1 этот процесс должен быть с осушкой (вектор $H_9\check{H}_B^{(1)}$), а для помещения 2 – с увлажнением (вектор $H_9\check{H}_B^{(2)}$).

В-пятых, в режимах функционирования СКВ для помещения 1 не используется воздух I рециркуляции, а для помещения 2 – смешение наружного воздуха с воздухом I рециркуляции является необходимым. Это характерно для представительных точек H_1, H_2, H_5, H_{10} (рис. 2). Так для этих точек вектора процессов в СКВ, обслуживающей помещение 2, будут следующие: для точки H_1 : смешение $(H_1C_1^{(2)} + Y_aC_1^{(2)})$, нагрев $C_1^{(2)}T_1^{(2)}$ и адиабатное увлажнение $T_1^{(2)}A_1^{(2)}$; для точки H_2 : смешение $(H_2C_2^{(2)} + Y_aC_2^{(2)})$, нагрев $C_2^{(2)}T_2^{(2)}$ и адиабатное увлажнение $T_2^{(2)}A_2^{(2)}$; для точки H_5 : смешение $(H_5C_5^{(2)} + Y_5^{(2)}C_5^{(2)})$ и адиабатное увлажнение $T_5^{(2)}A_5^{(2)}$; для точки H_{10} : смешение $(H_{10}C_{10}^{(2)} + Y_B C_{10}^{(2)})$ и политропное охлаждение с осушкой (вектор $C_{10}^{(2)}\check{H}_B^{(2)}$).

Из приведенных примеров видно, насколько существенно могут различаться между собой энергосберегающие режимы функционирования СКВ для помещений 1 и 2 за годовой цикл эксплуатации. Поэтому при разработке СКВ принципиально важной является, прежде всего, задача по обоснованию технологической схемы обработки воздуха в ЦК, которая бы, во-первых, удовлетворяла одновременно требованиям со стороны разнохарактерных нагрузок в помещениях и, во-вторых, была способной энергоэффективно реализовывать процесс обработки наружного воздуха в ЦК в течение года.

Сравнительный анализ режимов функционирования СКВ, подобный проведенному выше,

должен являться исходным при формировании конфигурации СКВ, обслуживающей помещения с разнохарактерными нагрузками, поскольку только на его основе можно определить, какие из векторов режимов должны быть реализованы в ЦК полностью, какие – только частично, а какие вообще целесообразно переложить на МС.

Список литературы:

1. Закон Российской Федерации «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» №261-ФЗ от 23.11.2009 г.
2. Рымкевич А.А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха. СПб.: АВОК С-3, 2003. 271 с.
3. Коченков Н.В. Энергосберегающие режимы систем кондиционирования воздуха: моногр. СПб.: ВКА им. А.Ф.Можайского, 2009. Ч. 1: СКВ, обслуживающие помещения с однохарактерными нагрузками. 399 с.

УДК 628.8 + 697.9

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОНФИГУРАЦИИ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА, ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ ПОМЕЩЕНИЯ С РАЗНОХАРАКТЕРНЫМИ НАГРУЗКАМИ

Н.В. Коченков

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

kochenkov63@mail.ru

Излагаемый материал является продолжением предыдущей статьи.

Предлагаемый проект методики представляет собой последовательность задач, которые требуется решить для того, чтобы обосновать выбор конфигурации системы кондиционирования воздуха (СКВ), обслуживающей помещения с разнохарактерными нагрузками, в которой была бы заложена возможность реализации энергоэффективного управления системой на этапе эксплуатации. Некоторые из этих задач формулируются впервые, поэтому на них будет сделан особый акцент.

В составе СКВ предусматривается централизованная обработка наружного воздуха в центральном кондиционере (ЦК) и обработка воздуха в местных системах (МС).

Последовательность и содержание решаемых в методике задач раскрывается на примере, объекта, состоящего из двух помещений (обозначенных соответственно номерами 1 и 2). Нормируемые параметры воздушной среды в обоих помещениях одинаковые: заданы в виде области $U_a U_b U_r$, а в течение года поддерживаются по диагонали $U_a U_b$. Оба помещения встроенного типа, с постоянными тепловыми, влажностными и газовыми нагрузками, которые являются разнохарактерными. Первая рециркуляция в обоих помещениях не используется.

Задача 1. Построение на *I-d*-диаграмме для каждого из помещений исходных термодинамических схем (ИТС), обозначенных как ИТС⁽¹⁾ и ИТС⁽²⁾ (рис. 1). При этом ИТС⁽¹⁾ показана сплошной линией; ИТС⁽²⁾ – пунктирной. Порядок решения этой задачи известен [1, 2].

Задача 2. Построение расчетных термодинамических схем (РТС), обозначенных соответственно как РТС⁽¹⁾ и РТС⁽²⁾ (порядок их построения изложен в работе [2]), и на их базе – совмещенных расчетных зон (СРЗ), на которые делится область климата, ограниченная на *I-d*-диаграмме линией *Kл*. Положение той или иной СРЗ определяется как пересечение соответствующих расчетных зон для РТС⁽¹⁾ и РТС⁽²⁾. Например, СРЗ «2, 1» определяется как пересечение расчетной зоны «2» для РТС⁽¹⁾ и расчетной зоны «1» для РТС⁽²⁾. СРЗ, показанные на рис. 1, построены при условии, что используется адиабатное увлажнение воздуха.

Задача 3. Определение для каждой СРЗ энергосберегающих процессов тепловлажностной обработки воздуха в ЦК и местных системах: для помещения 1 – в МС⁽¹⁾; для помещения 2 – в МС⁽²⁾. Построение соответствующих векторов процессов на *I-d*-диаграмме. Информация об этих процессах сведена в таблицу 1.

Для каждой СРЗ должны определяться сначала процессы, которые должны быть реализованы в ЦК, а затем – в МС⁽¹⁾ и МС⁽²⁾. Приоритет в определении процессов обработки воздуха для ЦК объясняется тем, что они не зависят от технологий обработки воздуха, используемых в МС, а определяются только соотношением нагрузок в помещениях (положением ИТС⁽¹⁾ и ИТС⁽²⁾ на *I-d*-диаграмме) и параметрами наружного воздуха.

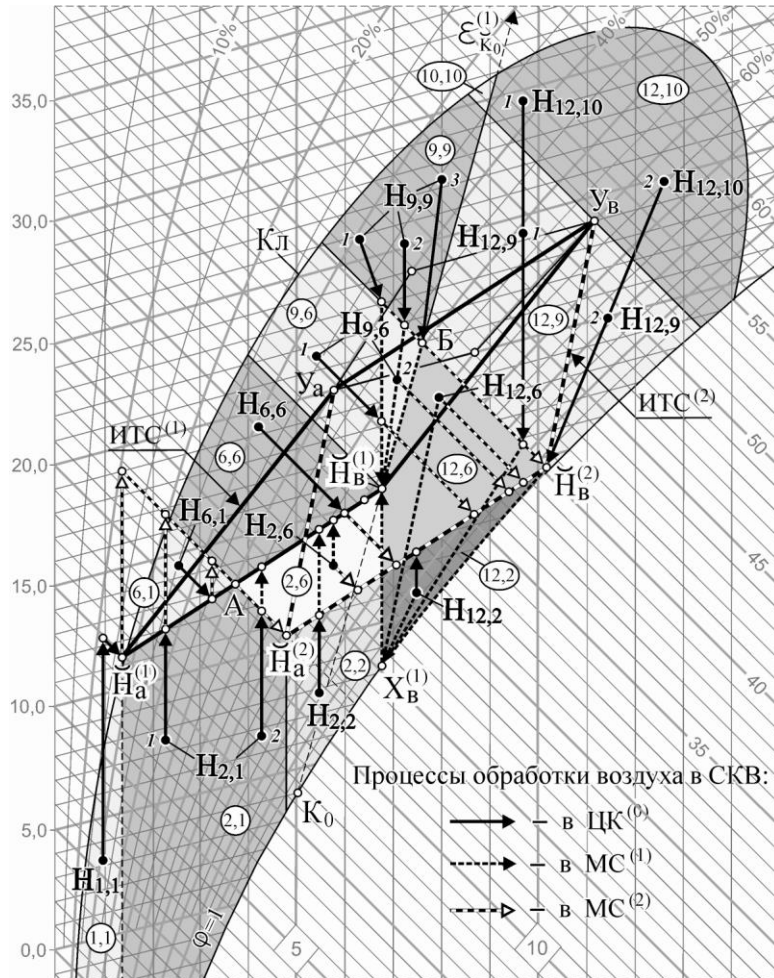


Рис. 1. Процессы обработки воздуха в центральной и местных системах для совмещенных расчетных зон

Таблица 1

Процессы обработки воздуха в ЦК и местных системах (МС⁽¹⁾ МС⁽²⁾)

СРЗ	Процессы в ЦК			Процессы в МС ⁽¹⁾ (для помещения 1)		Процессы в МС ⁽²⁾ (для помещения 2)
«1-1»	нагрев → адиабатное увлажнение			помещение 1 ориентировано на ЦК		нагрев → адиабатное увл.
«2-1»	1	$d_{Н2,1} \leq d_A$	нагрев		помещение 1 ориентировано на ЦК	нагрев → адиабатное увл.
	2	$d_{Н2,1} > d_A$	нагрев			адиабатное увл.
«2-2»	нагрев			нагрев		помещение 2 ориентировано на ЦК
«2-6»	тепловлажностной обработки нет			нагрев		адиабатное увл.
«6-1»	адиабатное увлажнение			помещение 1 ориентировано на ЦК		нагрев → адиабатное увл.
«6-6»	адиабатное увлажнение			помещение 1 ориентировано на ЦК		адиабатное увл.
«9-6»	1	$d_H < d_{НВ}^{(1)}$	адиабатное увл. до $d_{НВ}^{(1)}$		политропное охл. до точки $\check{H}_B^{(1)}$	по $d = \text{const}$
	2	$d_H \geq d_{НВ}^{(1)}$	тепловлаж. обработки нет			с осушкой
«9-9»	1	$d_H < d_{НВ}^{(1)}$	политропное охлаждение до $I_{НВ}^{(2)}$	с увлажнением	политропное охл. до точки $\check{H}_B^{(1)}$	по $d = \text{const}$
	2	$d_{НВ}^{(1)} \leq d_H \leq d_B$		по $d = \text{const}$		с осушкой
	3	$d_H > d_B$		с осушкой		с осушкой
«12-2»	тепловлажностной обработки нет			политропное охл. с осушкой → нагрев		нагрев
«12-6»	тепловлажностной обработки нет			политропное охл. с осушкой → нагрев		адиабатное увл.
«12-9»	1	$d_H \leq d_{НВ}^{(2)}$	политропное охл. по $d = \text{const}$		политропное охл. с осушкой → нагрев	адиабатное увл.
	2	$d_H > d_{НВ}^{(2)}$	политропное охл. с осушкой			помещение 2 ориентировано на ЦК

При выборе технологической схемы обработки воздуха в МС следует иметь в виду, что эти системы могут решать две принципиально разных задачи. Во-первых, это изменение тепловой и (или) влажностной нагрузки в помещении, что графически на $I-d$ -диаграмме выглядит как изменение положения ИТС. Местные системы, решающие эту задачу, называются смежными [1, 2]. В качестве смежных систем могут выступать местные рециркуляционные системы (охлаждения, увлажнения, осушки, отопления, очистки). Смежные системы предназначены для изменения положение ИТС. Для того чтобы определить, какие же именно системы выбрать в качестве смежных, сначала требуется определить, в каком направлении должны быть изменены нагрузки в помещении, чтобы достичь желаемого положения ИТС, а затем определяется способ, за счет которого это можно реализовать. Возможные изменения положения ИТС и за счет чего это может быть достигнуто показано в работе [2].

Во-вторых, задача, которую могут решать МС заключается в доведении параметров воздуха после его централизованной обработки в ЦК до требуемых. В этом случае тепловлажностные и газовые нагрузки в помещении не изменяются. Такие МС называются доводчиками. Это название в точности соответствует той функции, которую они выполняют.

Оборудование МС может быть одним и тем же. Но в одном случае оно будет выполнять функции смежной системы, а в другом – доводчика. Разница здесь совсем не в используемой терминологии, а в той функции, которую выполняет эта система.

В зависимости от того, какую функцию выполняют МС профессором А.А.Рымкевичем предложено рассматривать три варианта СКВ: многозональные (МС выполняют здесь функцию доводчиков); децентрализованные (МС выполняют здесь функцию смежных систем) и комбинированные (МС представляют собой комбинацию доводчиков и смежных систем) [1].

Не смотря на то, что смежные системы и доводчики выполняют совершенно разные задачи, однако это никак не влияет на выбор технологии обработки воздуха в ЦК, поскольку последняя определяется другими факторами. Поэтому в многозональной, децентрализованной или комбинированной СКВ технологическая схема обработки наружного воздуха должна быть одной и той же. Этот момент является принципиальным в методике.

Помещение, для которого все процессы обработки воздуха могут быть реализованы в ЦК⁽⁰⁾, называется ориентируемым на ЦК [1]. При каких-то параметрах наружного воздуха в качестве такого помещения может быть помещение 1 (например, в СРЗ «1,1», «2,1», «6,1», «6,6» на рис. 1), а при каких-то параметрах – помещение 2 (например, в СРЗ «2,2», «12,9»).

Таким образом, за годовой цикл эксплуатации функция помещения, являющегося ориентируемым на ЦК, может переходить от одного помещения к другому. Разумеется, что одновременно оба помещения быть таковыми не могут, ибо при разнохарактерных нагрузках в помещениях 1 и 2 оба вектора режима функционирования нельзя одновременно полностью реализовать централизованно. Могут быть случаи, когда вектора режимов в помещениях 1 и 2 реализуются в ЦК только частично (например, в СРЗ «9,6», «9,9) или ни один из них вообще не может быть реализован в ЦК⁽⁰⁾ (например, в СРЗ «12,2», «12,6»).

Задача 4. Определение расчетных параметров наружного воздуха.

Для СКВ, обслуживающего помещения с разнохарактерными нагрузками, вопрос о том, какие параметры наружного воздуха должны быть приняты в качестве расчетных, и сколько таких параметров должно быть, является одним из ключевых. Информации о климате в виде расчетных параметров наружного воздуха только для зимнего и летнего периодов года явно недостаточно для формирования конфигурации СКВ, поскольку на основе соответствующих им двух расчетных технологических схем невозможно полностью выявить всю динамику изменения технологии обработки воздуха в ЦК и МС за годовой цикл эксплуатации и определить значения установочных производительностей подсистем, необходимых для их реализации. Может оказаться так, что для каких-то других параметров наружного воздуха потребуются иные технологические схемы ЦК и МС, а эта информация, необходимая для формирования конфигурации системы, будет упущена. Поэтому расчетных параметров наружного воздуха должно быть столько, чтобы можно было выявить все частные (расчетные) технологические схемы тепловлажностной обработки воздуха в ЦК и МС, которые будут востребованы в течение года и на их основе сформировать обобщенную технологическую схему, включающую в себя все расчетные (частные) технологические схемы, и позволяющую реализовывать при необходимости каждую из них.

Следует обратить внимание на то, что основой для формирования обобщенной технологической схемы и соответственно будущей конфигурации СКВ являются именно частные (расчетные) технологические схемы обработки воздуха. Сколько их будет, и какие параметры наружного воз-

духа следует принимать в качестве расчетных – это будет зависеть от степени разнохарактерности тепловлажностных нагрузок в помещениях. При этом необходимым условием для решения этого вопроса является наличие информации о климате за весь год. Требования к форме представления такой информации изложены в работе [3].

Задача 5. Определение расчетных нагрузок на ЦК и МС, необходимых для расчета установочных производительностей подсистем.

При определении установочных производительностей оборудования подсистем СКВ необходимо знать, какие расчетные значения тепловлажностных нагрузок целесообразно возложить на ЦК, а какие оставить для реализации в МС? Очевидно, что распределение тепловлажностных нагрузок между ЦК и МС должно быть организовано таким образом, чтобы максимальная их часть приходилась бы на ЦК. Но как правильно определить эту максимально-целесообразную нагрузку? Ошибочно полагать, что при разнохарактерных нагрузках в помещениях на ЦК должны возлагаться суммарные тепловые и влажностные нагрузки, имеющие место в помещениях.

Обобщенная технологическая схема совместно с информацией об установочных производительностях всех необходимых для ее реализации подсистем определяет конфигурацию системы.

Конфигурация СКВ должна включать такой набор подсистем с определенными их установочными производительностями, чтобы была возможной реализация всех технологических схем обработки воздуха, которые могут оказаться востребованными в течение года.

Конфигурация СКВ, сформированная в соответствии с предлагаемой методикой, позволит решить задачу, связанную с организацией энергоэффективного управления создаваемой системой.

Список литературы

1. Рымкевич А.А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха СПб.: АВОК С-3, 2003. 271 с.
2. Коченков Н.В. Энергосберегающие режимы систем кондиционирования воздуха: моногр. СПб.: ВКА им. А.Ф.Можайского, 2009. – Ч. 1: СКВ, обслуживающие помещения с однохарактерными нагрузками. 399 с.
3. Коченков Н.В., Кобышева Н.В., Ключева М.В. Энергосберегающие режимы в СКВ и характеристика климата – взаимосвязанные задачи // Инженерные системы. 2006. № 3. С.48-52.

УДК 696.6

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ЭНЕРГОАУДИТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В.С. Барабаш¹, А.С. Пастухов²

1 - Малое инновационное предприятие «Холодильные Экосистемы», Санкт-Петербург, Россия

2 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

barabash@refriger.ru

Сроки проведения энергоаудита объекта зависят от масштабов предприятия, решаемых при его обследовании задач, объема энергопотребления, географического расположения объекта и количества привлекаемых специалистов. Привлечение большого количества специалистов обычно не ведёт к значительному сокращению продолжительности, в то время как качество энергоаудита при этом может значительно пострадать за счёт рассогласованности их взаимодействия и утраты системного подхода к обследованию. Использование же современных технологий резко сокращает количество привлекаемых специалистов без урона качеству обследования, но также сокращает время на его проведение и составление энергопаспорта. Энергоаудит в части инструментального обследования проводится с помощью стационарных и портативных приборов и оборудования[1]. Наиболее распространенные в настоящее время технические средства, применяемые при проведении энергетических обследований, включают в себя 3D-сканеры, мультикоптеры и тепловизоры.

3D-сканер – это устройство способное на основе данных анализа физического объекта создать его электронную трехмерную модель. Полученные с помощью сканера трехмерные модели можно обрабатывать в САПР, а затем использовать, к примеру, при различных инженерных расчетах и в новых технологиях обработки. Также возможен последующий вывод трехмерных моделей при помощи 3D-принтера и 3D-монитора. Сферы применения 3D-сканеров в настоящее время включают в себя инженерный анализ и реверс-инжиниринг, архитектуру и строительство, медицина, криминалистика, строительные работы и энергообследования.

3D-сканирование позволяет быстро произвести сбор данных, зафиксировать взаимное расположение объектов и следов, полностью исключить ошибки «человеческого фактора» при сборе данных. Специальное программное обеспечение позволяет использовать полученное «облако точек» для задач трасологии, проводить различного рода замеры с высокой точностью, моделировать ситуацию, посмотреть на место событий с любого ракурса т.к. фиксируется реальная обстановка на момент сбора данных.

3D-сканирование, на сегодняшний день, является единственным способом получения подробной информации о сложном техническом объекте в кратчайшие сроки с максимальной подробностью и детализацией.

Мультикоптер – беспилотный летательный аппарат, может поднимать в воздух до десятка килограмм оборудования. Аппарат способен зависать неподвижно в одной точке пространства в течение нескольких часов. Мультикоптер может быть использован как дешевое и безопасное средство для получения фото, видео, 3D и термических изображений с воздуха для многих целей, таких как: снимки строительных участков и участков энергообследования, инспекция крыш, труб, воздуховодов, кабелей и металлоконструкций, снимки для создания 3D-поверхностей. Без пилота на борту (дистанционное управление) мультикоптер может летать в места и на территории небезопасные и недоступные для человека, например, загрязненные радиоактивным излучением, химически загрязненные, с загрязнением воздуха, взрывоопасные зоны. МИП «Холодильные экосистемы» имеет испытательные образцы моделей мультикоптера, а также производственную базу как для изготовления собственных моделей мультикоптеров, так и для модернизации мультикоптеров стороннего производства. В штате сотрудников МИП «Холодильные экосистемы» имеются квалифицированные специалисты для управления подобными аппаратами.

Тепловизионное обследование является одним из первых этапов при проведении энергоаудита предприятий, зданий и промышленных объектов. А также является незаменимым помощником в восстановлении или устранении дефектов. Тепловидение уже нашло применение во многих сферах человеческой деятельности, а перспективы его использования просто огромны. В медицине – мгновенная диагностика многих заболеваний, в строительстве – выявление дефектов тепловой защиты зданий, протечек кровли и труб, нарушений целостности конструкций и других скрытых дефектов, в промышленности – высокоточный контроль тепловых режимов работы оборудования, сооружений и т.д. Возможности тепловидения широко используются в научных целях, для нужд обороны, общественной безопасности, охраны окружающей среды

Список литературы:

1. Логачева Е.А., Жданов В.Г. Опыт создания лаборатории энергоаудита на электроэнергетическом факультете ставропольского государственного аграрного университета. // Вестник АПК Ставрополя. 2012. № 4. С. 61 – 64.

ТЕОРИТИЧЕСКИЕ ОСНВЫ ТЕПЛО- И ХЛАДОТЕХНИКИ

УДК 621.382

ЛАБОРАТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

А.В. Асач, А.В. Новотельнова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

a.asach@mail.ru

Термоэлектрические материалы – это химические соединения и твердые растворы на их основе, обладающие выраженными термоэлектрическими свойствами. Наилучшими термоэлектрическими свойствами обладают полупроводниковые материалы. Эти материалы применяются в термоэлектрических генераторах для преобразования теплового потока в электрический, термоэлектрических охладителях для получения заданного перепада температур и в измерительных приборах, основанных на взаимосвязи электрических и тепловых потоков [1, 2]. Экологичность устройств, основанных на термоэлектрическом преобразовании энергии, и малая зависимость их свойств от габаритов, делает термоэлектрические преобразователи всё более популярными и востребованными [1, 3, 4].

Процесс создания новых материалов связан с необходимостью оценки их термоэлектрических свойств, прецизионными методами, анализом полученных результатов и выдвижением предложений по дальнейшему развитию и улучшению свойств веществ [5, 6].

Экономичность и эффективность термоэлемента, а также максимальный перепад температур на его сторонах зависят от эффективности (добротности) полупроводникового вещества

$$Z = \frac{S^2 \sigma}{\chi},$$

где σ – удельная электропроводность [См/м], S – коэффициент Зеебека [мВ/К], χ – удельная теплопроводность [Вт/(м·К)].

Для оценки добротности новых термоэлектрических материалов необходимо экспериментально определять значения электропроводности, теплопроводности и коэффициента Зеебека, а также возможную анизотропию свойств материала. Точное определение каждого из этих параметров является сложной технической задачей [6].

Для исследования свойств термоэлектрических материалов на кафедре электротехники и электроники Института холода и биотехнологий НИУ ИТМО была создана лаборатория, оснащенная современным измерительным оборудованием, изготовленным фирмой Linseis (Германия) [7].

Лаборатория оснащена измерительными комплексами LSR-3 Seebeck и XFA 500, позволяющими определять параметры термоэлектриков.

Измерение коэффициента Зеебека и электропроводности материалов осуществляется с помощью лабораторной установки LSR -3 Seebeck.

Процесс измерения параметров термоэлектрических материалов можно проводить как в среде инертного газа (гелия), так и в вакууме. Принципиальная схема измерений приведена на рис.1.

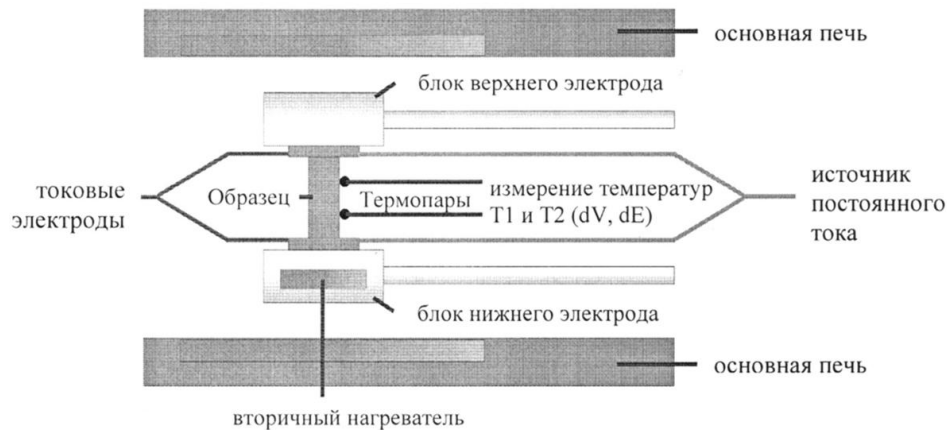


Рис. 1. Принципиальная схема измерительной установки LSR-3

Образец цилиндрической или прямоугольной формы помещается между верхним и нижним блоками в нагревательной печи. Измерительная камера вакуумируется и при необходимости наполняется инертным газом.

Установка содержит два нагревателя. Один из них (основной нагреватель) производит нагревание до заданной температуры и поддержание температуры в измерительной камере. Другой (вторичный) нагреватель обеспечивает температурный градиент по длине образца. Радиальный нагрев измерительной камеры необходим для измерения температурной зависимости электропроводности и коэффициента Зеебека. Дополнительный нагрев образца с помощью нагревателя, создающего градиент температур вдоль образца, используется для определения коэффициента Зеебека.

Коэффициент Зеебека определяется посредством измерения верхней и нижней температур $T1$ и $T2$ с помощью термопар, прижатых к стороне образца. Измерение термоэдс, возникающей при появлении градиента температур, осуществляется с использованием электродов термопар. Измерение термоэдс производится между проводами термопар на одной стороне термопары (рис. 1).

Измерение электропроводности производится двухзондовым методом (для металлов и сплавов) и четырехзондовым методом (для полупроводниковых материалов). Для этого через образец пропускается постоянный электрический ток, создаваемый стабилизированным источником тока. Падение напряжения в образце измеряется с помощью контактов термопар.

Теплопроводность материалов измеряется на лабораторной установке XFA-500 (Linseis). Принципиальная схема измерения заключается в следующем: фронтальная сторона дискообразного образца облучается высокоинтенсивным коротким импульсом энергии (рис. 2).

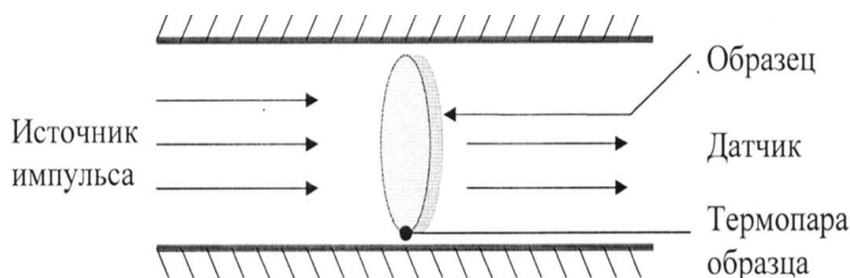


Рис. 2. Принципиальная схема измерительной установки XFA-500

В качестве источника импульса энергии в установке XFA-500 служит ксеноновая вспышка. Поглощенный импульс энергии вызывает подъем температуры в образце.

Для исключения эффекта отражения от поверхности образца и достижения полного поглощения энергии поверхность образца покрывается тонким слоем графита.

На обратной стороне образца измеряется подъем температуры и записывается в виде термограммы. Исходя из времени подъема температуры на обратной стороне и толщины образца, определяется значение температуропроводности материала.

Для адиабатных условий температуропроводность α определяется по следующему уравнению:

$$\alpha = 0.1388 \cdot \frac{l^2}{t_{0.5}},$$

где α – температуропроводность [см²/с], l – толщина образца [см], $t_{0.5}$ – время 50%-ного увеличения температуры на обратной стороне образца [с].

Задаваясь величиной теплоемкости и плотности материала при заданной температуре, величина теплопроводности может быть рассчитана по следующей формуле [8]:

$$\lambda(T) = \alpha(T) \cdot C_p(T) \cdot \rho(T),$$

где $\lambda(T)$ – теплопроводность [Вт/(м·К)], $C_p(T)$ – теплоемкость [Дж/(кг·К)], $\rho(T)$ – плотность [кг/м³].

Процесс измерений происходит в вакууме. Измерение температуры производится с помощью инфракрасного датчика, охлаждаемого жидким азотом. Теплопроводность может быть измерена в диапазоне температур до 500°C.

Преимуществом данного метода измерения является замена параметра абсолютного увеличения температуры на относительное увеличение температуры, что позволило увеличить точность измерения и время его проведения.

Список литературы:

1. Булат Л.П. Термоэлектрическое преобразование: состояние и перспективы // Автономная энергетика. - Москва: НПП "Квант", 2009. Т. 26. С. 54 – 57.
2. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. Справочник. Киев: Наукова думка. 1979. 763 с.
3. Шостаковский П. Современные решения термоэлектрического охлаждения для радиоэлектронной, медицинской, промышленной и бытовой техники//Силовая электроника, 2008. N12. с.40 – 46.
4. Булат Л.П., Асач А.В. Об эффективности материалов для термоэлектрического охлаждения // 22 Международная научно-техническая конференция по фотоэлектронике и приборам ночного видения. 22-25 мая 2012, Москва. Труды конференции. - Москва: ГНЦ НПО Орион, 2012. С. 63 – 64.
5. Охотин А.С., Пушкарский А.Б., Боровикова Р.П., Симонов В.А. Методы измерения характеристик термоэлектрических материалов и преобразователей. М.: Наука, 1974. 85с.
6. Burkov A., Heinrich A., Konstantinov P., Nakama T., Yagasaki K. Experimental set-up for thermopower and resistivity measurements at 100 – 1300 K // Meas. Sci. Technol. 12 (2001) 264 – 272
7. Сайт фирмы Linseis// URL: <http://www.linseis.com>
8. Платунов Е.С., Баранов И.В., Буравой С.Е., Курепин В.В. Теплофизические измерения: Учеб. пособие/ Под ред. Платунова Е.С. СПб.: СПбГУНИПТ, 2010. 738 с.

УДК 621.382

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУРАХ В COMSOL MULTIPHYSICS 4.2

А.В. Асач, А.В. Новотельнова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

a.asach@mail.ru

Программный комплекс COMSOL Multiphysics это мощная интерактивная среда, позволяющая осуществлять моделирование физических процессов и решение инженерных задач [1]. Комплекс основан на решении уравнений в частных производных методом конечных элементов. Широкий спектр возможностей COMSOL Multiphysics обусловил интерес к нему со стороны научных и технических специалистов разных областей, в том числе специалистов в области низкотемпературных технологий.

Использование этого программного комплекса серьезно затрудняет отсутствие описаний на русском языке. Шаги к решению этой проблемы предпринимались в [2], где было дано описание подходов к решению теплофизических задач на примере построения 2D и 3D моделей. Моделирование при этом велось в программном продукте COMSOL Multiphysics версии 3.5.

В 2011 году фирмой COMSOL была выпущена новая версия программного продукта COMSOL Multiphysics 4.0. Интерфейс COMSOL Multiphysics 4.0 претерпел существенные изменения по сравнению с предыдущей версией. Кроме того новая версия была дополнена новыми возможностями. Одной из таких новинок является возможность моделирования термоэлектрических явлений. Описанию методологии использования COMSOL Multiphysics четвертой версии при моделировании термоэлектрических явлений посвящена данная работа.

Возможны несколько подходов к моделированию термоэлектрических явлений в COMSOL Multiphysics. В этой статье будут рассмотрены два из них.

Первый подход заключается в том, что задается математическая модель в виде дифференциального уравнения в частных производных (PDE). В случае мультифизической задачи число уравнений, входящих в систему, зависит от числа неизвестных. При решении задач по моделированию термоэлектрических явлений неизвестными величинами являются величина электрохимического потенциала φ и температура T . Поэтому используется система из двух уравнений, основанных на обобщенном законе электропроводности и обобщенном законе теплопроводности. Общий вид дифференциального уравнения в частных производных записывается как:

$$e_a \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial t^2} + d_a \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \nabla \cdot (-c \nabla \mathbf{u} - \alpha \mathbf{u} + \gamma) + \beta \cdot \nabla \mathbf{u} + a \mathbf{u} = f$$

Величины коэффициентов задаются через ввод значений в соответствующих вкладках: c - коэффициент диффузии (**Diffusion Coefficient**), a - коэффициент абсорбции (**Absorption Coefficient**), f - коэффициент источника (**Source Coefficient**), e_a - коэффициент массы (**Mass Coefficient**), d_a - коэффициент демпфирования или массы (**Damping or Mass Coefficient**), α - коэффициент сохранения конвективного потока (**Conservative Flux Convection Coefficient**), β - коэффициент конвекции (**Convection Coefficient**), γ - постоянный источник потока (**Conservative Flux Source**) (рис. 1).

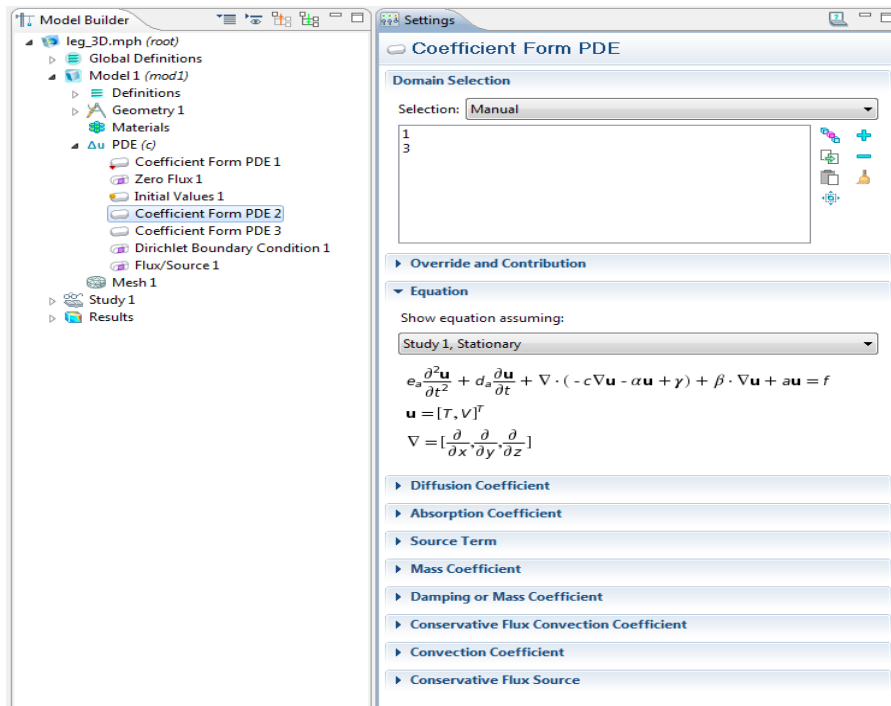


Рис. 1. Вид рабочего окна COMSOL Multiphysics 4.0. Задание коэффициентов в дифференциальное уравнение в частных производных

Для определения плотности электрического тока используем дивергенцию обобщенного закона электропроводности в системе:

$$\nabla \cdot (\sigma \nabla \varphi) + \nabla \cdot (\alpha \sigma \nabla T) = 0$$

Анализируя уравнение, видим, что коэффициенты e_a , d_a , α , γ , β , a и f равны нулю. Коэффициент c , ввиду мультифизичности задачи, будет иметь два значения. Одно является коэффициентом для неизвестного электрохимического потенциала, другое – для температуры.

В уравнении для обобщенного закона теплопроводности помимо коэффициента c также появляется коэффициент β , определяемый отдельно для электрохимического потенциала и для температуры:

$$-\nabla \cdot (\sigma \alpha T \nabla \varphi) - \nabla \cdot ((\sigma \alpha^2 T + \lambda) \nabla T) - \sigma \nabla \varphi \cdot \nabla \varphi - \sigma \alpha \nabla \varphi \cdot \nabla T = 0$$

где α – термоэдс материала, σ – электропроводность материала, λ – коэффициент теплопроводности.

В настоящей работе использован способ задания системы дифференциальных уравнений в коэффициентной форме, который применим для линейных и близких к линейным моделям.

При решении мультифизических задач граничные условия должны быть заданы для уравнения электропроводности и теплопроводности. Для уравнения электропроводности в качестве граничных условий принимается закон Ома в дифференциальной форме. Для уравнения теплопроводности температура окружающей среды и коэффициент теплоотдачи (граничные условия третьего рода):

$$\begin{aligned} -\mathbf{n}(-\sigma \nabla \varphi - \alpha \sigma \nabla T) &= \pm \mathbf{j}, \\ -\mathbf{n}(-\sigma \alpha T \nabla \varphi - (\sigma \alpha^2 T + \lambda) \nabla T) &= \mathbf{h} \cdot T_{\text{ext}} - \mathbf{h} \cdot T \end{aligned}$$

где \mathbf{j} – плотность тока, \mathbf{h} – коэффициент теплоотдачи, T_{ext} – температура окружающей среды.

При использовании этого способа для уравнений задаются коэффициенты теплопроводности, электропроводности и термоэдс. Для задания граничных условий необходимо задать также коэффициент теплоотдачи с поверхности.

После задания коэффициентов в системе дифференциальных уравнений и выбора граничных условий проводится построение сетки и непосредственно расчет искомых параметров. Для линейных процессов может использоваться функция автоматического разбиения сетки в разделе **Mesh**.

В общем виде процесс моделирования можно свести к следующей последовательности действий:

1. Задание параметров моделирования: размерности, физического раздела и зависимости процесса от времени (стационарный или нестационарный анализ полей). Выбор размерности модели производится в разделе **Model Builder** для этого в подразделе **Model Wizard** – во вкладке **Select Space Dimension** следует отметить тип модели 1D (одномерная модель), 2D (двумерная модель) или 3D (трехмерная модель). Выбор математического аппарата модели (**Coefficient Form PDE**) в закладке **Add Physics**. Во вкладке **Select Study Type** следует выбрать характер изменения температурного поля стационарный (**Stationary**), нестационарный (**Time Dependent**) или задаваемый собственным значением (**Eigenvalue**).

2. Определяем рабочую область и задаем геометрию. Для этого в разделе **Model Builder** в подразделе выбираем вкладку **Geometry**. В открывшемся окне выбираем размерность и название осей.

3. Задаем исходные данные, зависимость переменных от координат и времени

4. Указываем теплофизические свойства и начальные условия

5. Указываем граничные условия

6. Задаем параметры и строим сетку

7. Определяем параметры решающего устройства и запускаем расчет

8. Настраиваем режим отображения

9. Получаем результаты

Второй подход основан на выборе в физическом разделе соответствующего подраздела. В Comsol Multiphysics 4.2 в качестве demo-модели была добавлена модель расчета термоэлектрических элементов. В данной модели можно было рассчитать значения электрического потенциала и поле распределения температур в образце, используя математические модели прописанные в программе. Параметры термоэлектрического процесса задаются с помощью ввода значений коэффициентов в поля вкладок (рис. 2).

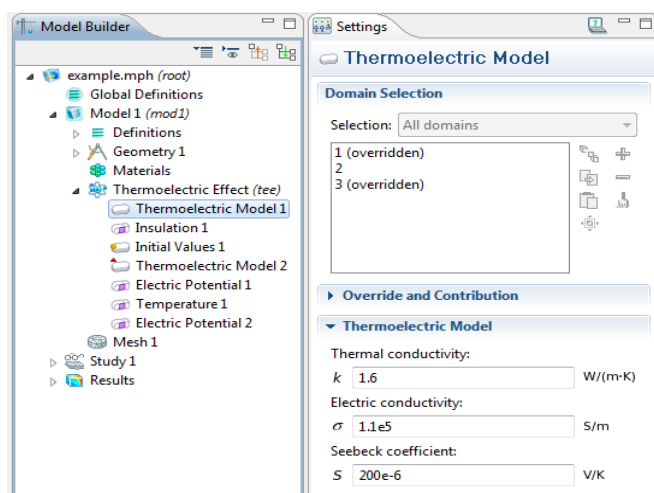


Рис. 2. Вид рабочего окна COMSOL Multiphysics 4.2. Задание коэффициентов в термоэлектрическую модель

Используя COMSOL Multiphysics версии 4.2 и выше по одному из предложенных алгоритмов можно моделировать устройства термоэлектрического охлаждения, термоэлектрические генераторы и другие приборы, основанные на термоэлектрических эффектах.

Список литературы:

1. Roger W. Pryor Multiphysics Modeling using COMSOL: a first principles approach. Boston, Toronto, London, Singapore: Jones and Bartlett publishers 871 p.

2. Егоров В.Е. Применение ЭВМ для решения задач теплопроводности. Учебное пособие. СПб: СПбГУИТМО. 2006. 77 с.

УДК 681.382

**ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ
БИОЛОГИЧЕСКИХ СУБСТАНЦИЙ, ИМЕЮЩИХ РАЗЛИЧНЫЕ
ТЕМПЕРАТУРЫ ХРАНЕНИЯ****Т.А. Исмаилов, О.В. Евдулов, М.А. Хазамова, И.Ш. Миспахов**

Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала, Россия

ole-ole-ole@rambler.ru

Биологический материал, такой как клетки, кровь, ранние эмбрионы, образцы ткани др. при обычных условиях подвержен изменениям и разрушению. Поэтому для их долгосрочного хранения в настоящее время используется низкотемпературная консервация, которая осуществляется путем использования жидкого азота, криопротекторов, а также специальных охлаждающих систем, реализуемых на основе существующих методов получения холода [1]. Вместе с тем помимо долгосрочного хранения в настоящее время широко практикуется краткосрочное (до 10 часов) хранение биоматериалов, применяемое при их транспортировке. Температурный диапазон консервации биологических субстанций в этом случае часто лежит в пределах $-10\div-40^{\circ}\text{C}$ без потери их важных свойств. Причем значение температуры хранения для различного рода биоматериалов бывает различным. Например, стволовые клетки хранятся при температуре -40°C , кровь при -5°C , печень, легкие и селезенка – при 4°C . Поэтому при перевозке подобного рода биологических объектов необходимо создать соответствующие температурные условия в зоне их размещения.

В лаборатории полупроводниковых термоэлектрических приборов и устройств ФГБОУ ВПО «ДГТУ» разработан термоэлектрический прибор для краткосрочного хранения и перевозки биологических материалов данного типа.

Устройство содержит теплоизолированный корпус 1 с крышкой 2 (рис.1). Внутри корпуса 1 находится изолированная от окружающей среды камера 3, разделенная на теплоизолированные друг от друга отсеки, сопряженные с каскадами термоэлектрической батареи (ТЭБ) 4. Отсеки камеры 3 в зависимости от требуемого температурного уровня приводятся в тепловой контакт с различными каскадами ТЭБ, которая обеспечивает возможность хранения и транспортировки одновременно нескольких биологических субстанций с различными температурами хранения. Для улучшения теплообмена между спаями ТЭБ и консервируемым биологическим объектом пространства отсеков может быть заполнено высокотеплопроводным наполнителем (например, сотовые медные и алюминиевые конструкции, металлическая стружка и т.п.). В стационарных условиях отвод теплоты от горячих спаев ТЭБ осуществляется съёмным жидкостным теплообменным аппаратом 5, располагаемым в нижней части корпуса 1 термостата. Во время транспортировки жидкостной теплообменный аппарат 5 заменяется наполненным радиатором с плавившимся рабочим веществом 6. В корпус 1 термостата вмонтирован съёмный аккумуляторный источник постоянного электрического тока.

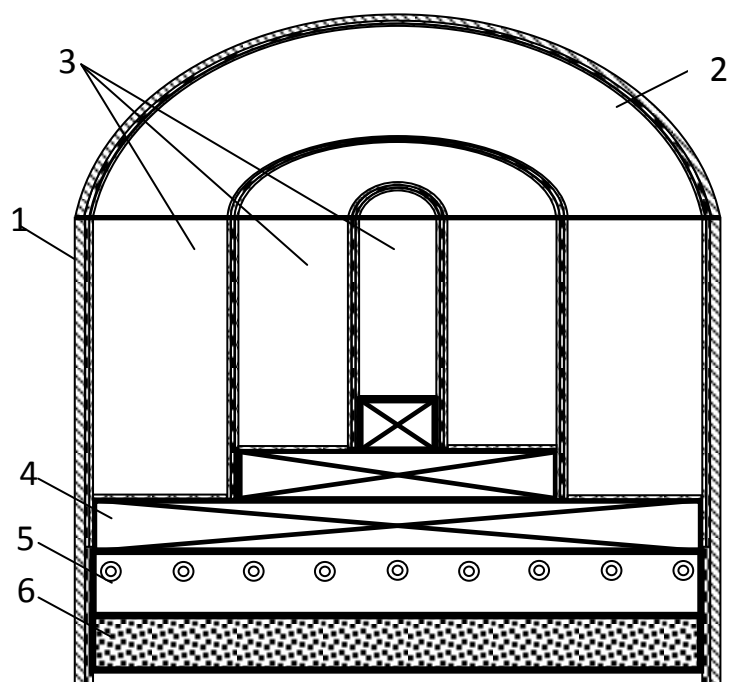


Рис.1. Структурная схема термоэлектрического термостата для хранения и перевозки биоматериалов

Такая конструкция обеспечивает возможность хранения и транспортировки одновременно нескольких биологических субстанций с различными температурами хранения.

Процесс хранения и перевозки биологических материалов в термостате осуществляется следующим образом.

После помещения биологических материалов в соответствующие отсеки камеры 3 в корпусе 1 термостата и их теплоизоляции от окружающей среды путем закрытия крышки 2 на ТЭБ 4 подается питание от источника постоянного тока. При транспортировке биологического материала питание на ТЭБ поступает от встроенного в корпус 1 термостата съемного аккумулятора источника постоянного тока, а при работе термостата в стационарных условиях электрический ток поступает на ТЭБ от отдельного от него источника электрической энергии. При подаче на ТЭБ 4 постоянного электрического тока соответствующей полярности спаи ТЭБ 4, приведенные в тепловой контакт с отсеками камеры 3, охлаждаются. Соответственно охлаждается и находящийся в отсеках камеры биологический материал. При этом биологический материал, находящийся в отсеке камеры, сопряженной с последним (наиболее холодным) каскадом ТЭБ 4, охлаждается сильнее всего, биологический материал, находящийся в отсеке камеры контактирующей с предпоследним каскадом ТЭБ 4, охлаждается менее сильно и т.д. Биоматериал в отсеке камеры, приведенной в контакт с первым каскадом ТЭБ 4 имеет наибольшую температуру. Необходимая температура в каждой отсеке камеры, требуемая для хранения конкретного типа биологического материала, может быть создана путем подбора тока питания, геометрических размеров и количества термоэлементов в ТЭБ.

На рис.2 рассмотрено изменение температуры контрольных точек опытного образца устройства во времени при токе питания однокаскадной ТЭБ 5 А и двухкаскадной ТЭБ – 8 А. В качестве контрольных точек рассматривались биологические материалы (кривые 2 и 4) и холодные спаи ТЭБ (кривые 1 и 3). Как следует из представленных данных, при отсутствии какого-либо наполнителя в отсеке с биологической субстанцией разность температур между ней и холодными спаями ТЭБ имеет существенную величину. При данных величинах тока питания это различие составляет порядка 8 К при выходе ТЭС в стационарный режим работы. При отсутствии наполнителей в емкости для хранения биологического материала имеет место естественный конвективный теплообмен между охлаждаемыми стенками контейнера и биологическим материалом. Именно поэтому в приборе присутствует значительная разность температур между холодными спаями ТЭБ и охлаждаемыми биологическими субстанциями. Для ее уменьшения целесообразным является применение различного рода наполнителей, позволяющих

интенсифицировать теплообмен в отсеке. Были рассмотрены варианты, при которых в пространство отсека для хранения биологического материала вводились сотовые конструкции, выполненные из меди и алюминия. В соответствии с результатами исследований введение указанных наполнителей в пространство между биологическим материалом и стенками отсека значительно снижает разность температур между ними. Так введение сотовой конструкции из алюминия снижает температуру биологического объекта на 4,5 К, а сотовой конструкции из меди на 6,5 К по сравнению с эксплуатацией устройства без наполнителей.

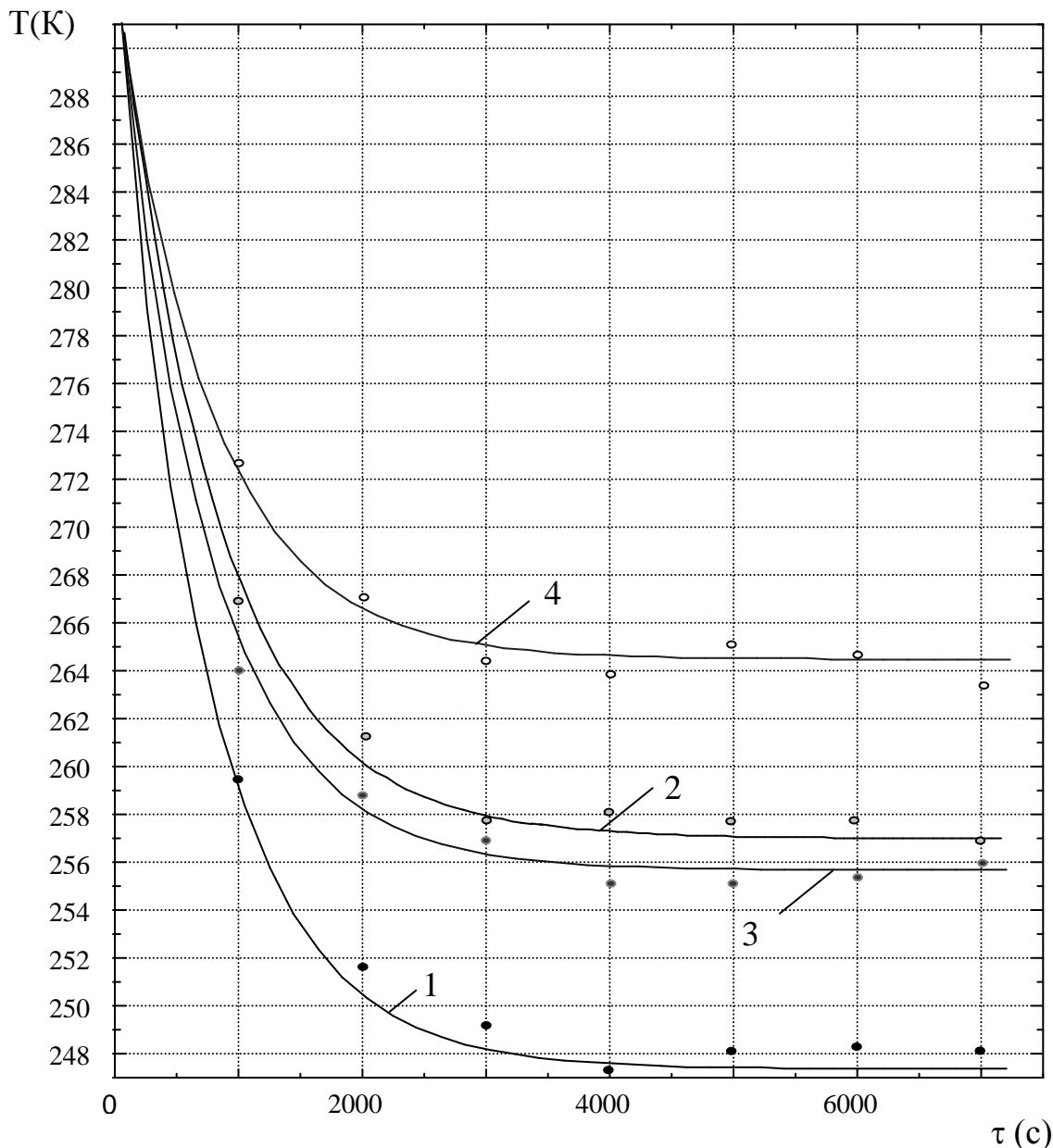


Рис. 2. Изменение температуры контрольных точек опытного образца ТЭС во времени при токе питания однокаскадной ТЭБ 5 А, двухкаскадной ТЭБ – 8 А.

Список литературы:

1. Смолянинов А.Б., Кованько Г.Н., Багаутдинов Ш.М., Хурцилава О.Г. Криоконсервация и криохраниение стволовых клеток в банках пуповинной крови и костного мозга // Вестник МАХ. 2009, №2.

УДК 681.382

КОНСТРУКЦИЯ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НЕОНАТОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Т.А. Исмаилов, О.В. Евдулов, М.А. Хазамова, З.А. Камилова

Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала, Россия

ole-ole-ole@rambler.ru

Сохранение оптимальных температурных условий внешней среды в первые дни жизни ребенка является одним из первостепенных факторов не только выживания, но и дальнейшего полноценного развития новорожденных с патологией, который позволяет недостаточно зрелому организму ребенка противостоять агрессивному воздействию прочих внешних факторов среды [1]. Возможность терморегуляции организма такого новорожденного ребенка ограничена. Обусловлено это относительно большей поверхностью кожных покровов в сравнении с массой тела, что приводит к значительной потере тепла недоношенным ребенком. Недостаточность развития подкожного жирового слоя, в сочетании с выраженной сетью сосудов кожи, способствует усиленной теплоотдаче. Такие дети легко охлаждаются, а излишнее внешнее согревание быстро приводит к перегреванию, что создает трудности медперсоналу в процессе ухода за ними. Для эффективного проведения мероприятий по восстановлению жизненно важных функций новорожденных в настоящее время используются специальные неонатологические реанимационные комплексы, в которых имеется возможность точного поддержания и регулирования микроклимата – температуры, влажности, давления и др. Однако, в большинстве случаев такие комплексы достаточно громоздки, дорогостоящи, имеют недостаточно высокую точность регулировки и поддержания температуры тела, результатом чего может являться возможность перегрева новорожденного. В этих условиях в неонатологическом комплексе целесообразным является применение в качестве источника холода (тепла) термоэлектрических преобразователей энергии, обладающих высокой надежностью, экологичностью, имеющих малые габаритные размеры.

Разработан опытный образец подобного комплекса. Его структурная схема приведена на рис.1.

Система содержит передвижной стол 1 с обогреваемым ложе, представляющим собой инкубатор 2 с двойными стенками и верхней откидной 3 и боковой выдвижной 4 крышками. На дне инкубатора 2 имеется гелевый противопролежневый матрас 5 из высокотеплопроводного материала, ячейки 6 которого заполнены гелем с высоким коэффициентом теплопроводности 7. Каждая из ячеек 6 гелевого противопролежневого матраса 5 находится в тепловом контакте с рабочими спаями 8 термоэлектрического модуля (ТЭМ) 9, вторые спаи 10 которого сопряжены с воздушным радиатором 11, единым для всей совокупности термоэлектрических модулей 9. В боковую поверхность инкубатора вмонтирована термоэлектрическая система типа «воздух-воздух» 12.

Контроль за температурой тела новорожденного, а также основных функциональных узлов комплекса осуществляется с помощью блока управления и контроля (на рис. 1 не указан) и подключенных к нему датчиков температуры 13. Датчики температуры в виде термопар установлены на обоих спаях термоэлектрических модулей 9, на поверхности гелевого противопролежневого матраса 5, на гелевой прослойке 14.

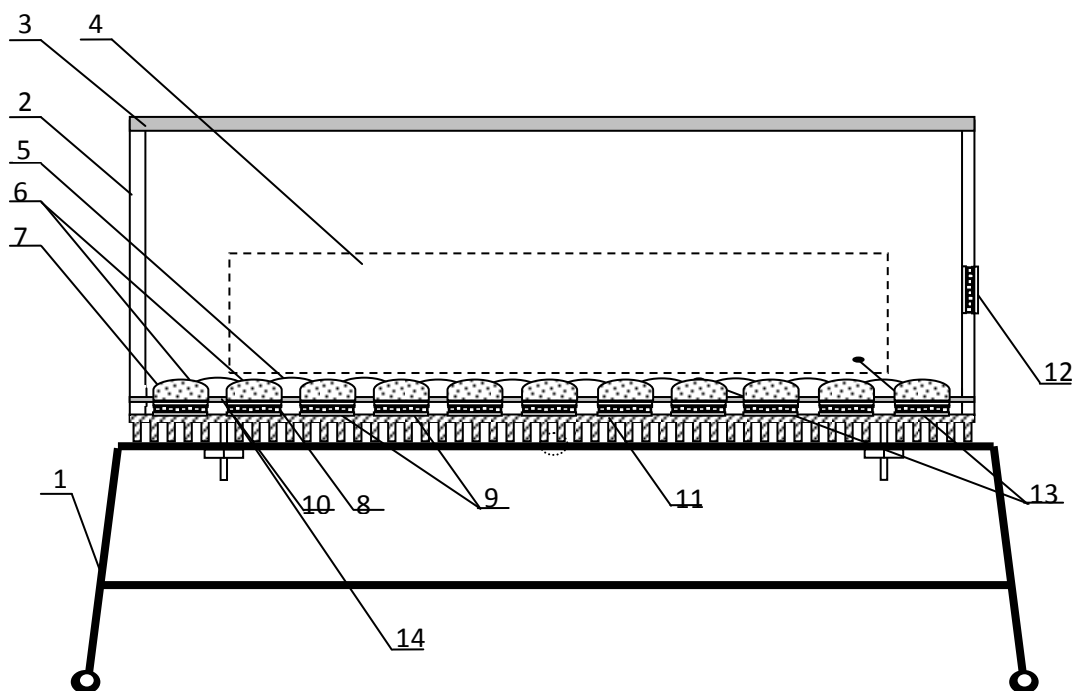


Рис. 1. Структурная схема опытного образца неонатологического реанимационного комплекса

Проведены натурные испытания комплекса. Полученные результаты определяют перспективность его использования на практике. В качестве примера на рис. 2 показано изменение температуры биологического объекта во времени при охлаждающем воздействии для различных значений тока питания ТЭБ.

Согласно представленным данным, выход в стационарный режим работы для заданной конструкции составляет примерно 45-50 мин. Такое небольшое значение времени, требуемое для выхода прибора в стационарный режим работы, объясняется, в основном, небольшим изменением температуры в объеме комплекса. Для данных, соответствующих рис. 2, указанное изменение температуры составляет примерно 5-6⁰С. Естественно, при более сильном изменении температуры достижение всех точек системы стационарного режима будет более продолжительным.

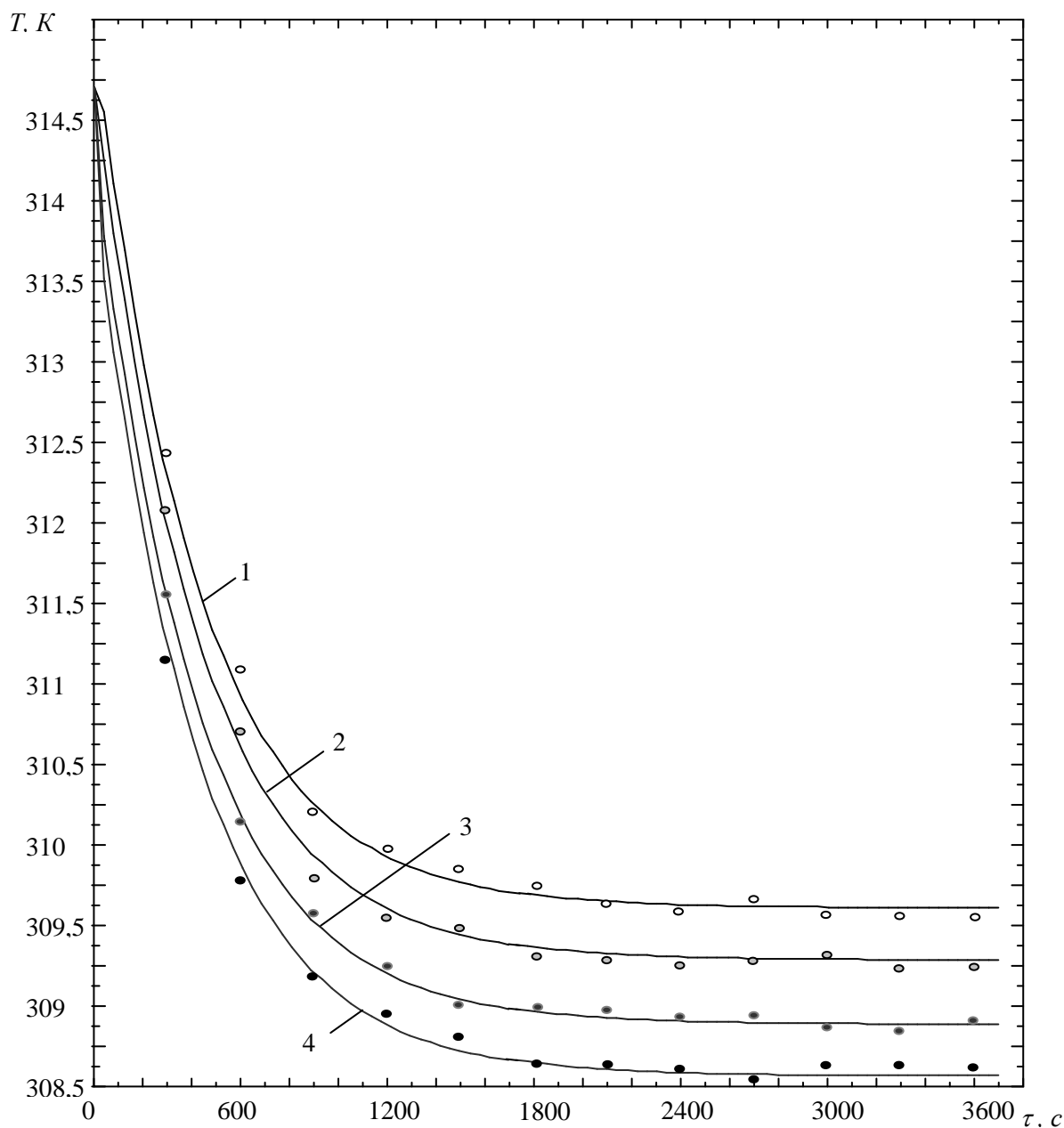


Рис.2. Изменение температуры имитатора биологического объекта во времени при охлаждающем воздействии для различных значений тока питания ТЭБ

1 – $I = 20$ А; 2 – $I = 21$ А; 3 – $I = 22$ А; 4 – $I = 23$ А

Список литературы:

1. Неонатология / Под ред. Володина Н.Н. М.: Педиатрия и неонатология, 2009.

УДК 681.382

ОСОБЕННОСТИ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАВЯЩИХСЯ ТЕПЛОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ И СИСТЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ТЕПЛОСЪЕМА

Т.А. Исмаилов, Д.В. Евдулов, И.А. Габитов

Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала, Россия

ole-ole-ole@rambler.ru

Существует целый ряд радиоэлектронных приборов, подвергающихся периодическим кратковременным тепловым нагрузкам. Для обеспечения их температурных режимов работы могут быть использованы системы охлаждения, работающие как в непрерывном режиме, так и в прерывном режиме, соответствующем функционированию элемента РЭА (охлаждающий прибор включается и выключается синхронно с объектом воздействия).

При этом в первом случае очевидным является излишняя трата энергии на поддержание функционирования теплоотводящей системы во время паузы в работе радиоэлемента. Во втором случае может возникнуть ситуация, когда теплоотводящий прибор практически не сможет обеспечить необходимый тепловой режим радиоэлектронного аппарата вследствие теплопоступлений от его нагреваемых элементов к объекту охлаждения. Особенно остро такая проблема стоит для термоэлектрических охлаждающих устройств, так как при выключении питания термоэлектрической батареи за счет собственной теплопроводности полупроводников из теплового насоса превращается в хороший проводник теплоты. В результате этого происходит достаточно быстрое выравнивание температуры между горячими и холодными спаями, а, следовательно, и между охлажденным объектом и системой теплосъема. В данных условиях целесообразным является размещение между элементом РЭА и системой охлаждения теплового аккумулятора, способного на какое-то время поддержать температуру радиоэлемента на необходимом уровне, несмотря на теплопритоки через ветви конструкции теплоотводящего прибора.

При охлаждении и термостабилизации РЭА, работающей в режиме повторно-кратковременных тепловыделений, пассивными методами, основанными на применении тепловых аккумуляторов, целесообразными является использование обратимых процессов плавления сопровождающихся поглощением теплоты на границе раздела твердой и жидкой фаз. Эти процессы обладают надежной многократной обратимостью фазовых превращений вне зависимости от действия силовых полей и незначительным изменением объема при их превращениях.

Для надежной работы элемента РЭА в этом случае необходимым является наличие достаточного количества плавящегося рабочего вещества для аккумуляции выделяемого количества теплоты, а также скважности перерыва между включениями аппаратуры чтобы за это время рабочее вещество успело затвердеть до следующего цикла включения РЭА. При охлаждении радиоэлектронных приборов с небольшим промежутком между рабочими циклами в этом случае возникают некоторые трудности вследствие недостатка времени необходимого для затвердевания рабочего агента. В этой ситуации целесообразно применение некоторой системы, позволяющей интенсифицировать процесс затвердевания рабочего агента. В качестве таковой эффективным будет использование средств, основанных на воздушном и жидкостном методах теплоотвода.

Целесообразная область совместного использования плавящихся тепловых аккумуляторов и приборов на основе воздушного и жидкостного охлаждения состоит в обеспечении тепловых режимов работы РЭА, функционирующей в режиме повторно-кратковременных тепловыделений с низкой скважностью электромагнитных импульсов. При этом, естественно, рассеиваемая элементами РЭА мощность должна лежать в умеренных пределах – 100-150 Вт.

Для эффективной реализации указанных систем термостабилизации элементов РЭА предлагаются следующие схемы.

На рис.1 приведен вариант, реализующий принцип совместного применения плавящихся тепловых аккумуляторов и воздушной системы теплоотвода. Здесь элементы РЭА 1 размещаются на двух противоположных торцевых поверхностях тонкостенного металлического контейнера 2, заполненного рабочим веществом 3. В направлении, перпендикулярном размещению элементов

РЭА в металлической емкости имеется канал 4 для продува воздуха за счет установленных вентиляторных агрегатов 5, один из которых работает на вдув воздушного потока, а другой на выдув. Вентиляторные агрегаты включаются и осуществляют продув воздушного потока по каналу в перерыве функционирования тепловыделяющего элемента. В общем случае канал для продува воздушного потока может быть оребрен.

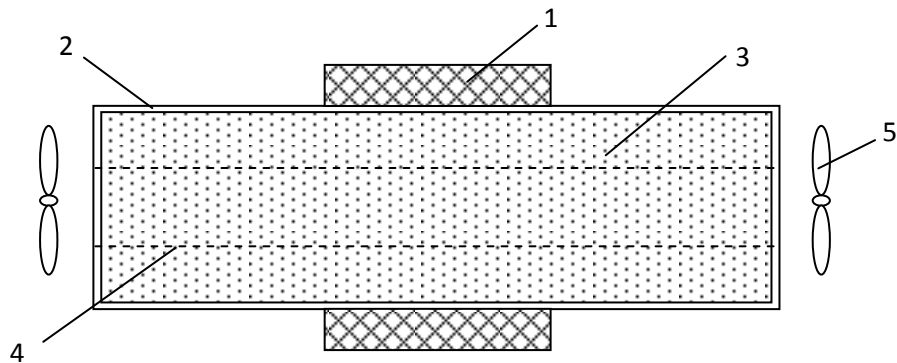


Рис.1. Конструкция устройства для охлаждения элементов РЭА, работающих в режиме повторно-кратковременных тепловыделений, основанная на совместном использовании плавящихся тепловых аккумуляторов и воздушной системы теплоотвода

На рис.2 изображена конструктивная схема системы охлаждения элементов РЭА, работающих в режиме повторно-кратковременных тепловыделений, выполненная при совместном использовании плавящихся тепловых аккумуляторов и жидкостной системы теплоотвода. Принципиальное отличие ее от рассмотренной на рис.1 состоит в том, что вместо вентиляторной системы в данной конструкции предусмотрена система 6, осуществляющая прокачку через канал охлаждающей жидкости. Форма канала в общем случае может быть произвольной.

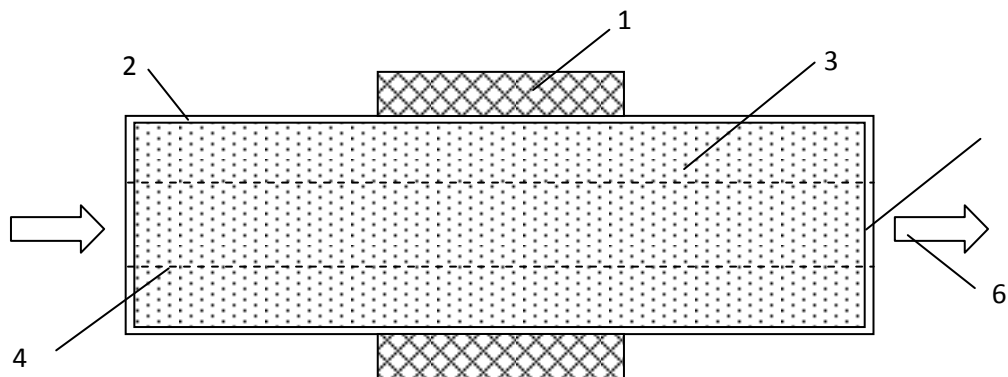


Рис.2. Конструкция устройства для охлаждения элементов РЭА, работающих в режиме повторно-кратковременных тепловыделений, основанная на совместном использовании плавящихся рабочих веществ и жидкостной системы теплоотвода

Список литературы:

1. Алексеев В.А., Чукин В.Ф., Шишанов А.В. Прогнозирование теплового режима бортовой радиоэлектронной аппаратуры // Сетевой Электронный научный журнал «СИСТЕМОТЕХНИКА». 2004. №2.

УДК 681.382

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА РЕКУПЕРАТИВНОГО ТИПА С ТЕПЛОВЫМИ МОСТИКАМИ

Т.А. Исмаилов, О.В. Евдулов, М.А. Хазамова, Д.К. Рамазанова

Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала, Россия

ole-ole-ole@rambler.ru

На данном этапе развития науки и техники задачи исследования специальных средств, для обеспечения интенсивной теплопередачи от источников с высокими тепловыми нагрузками, создание принципиально новых высокоэффективных систем охлаждения и термостабилизации, отвечающих специфическим требованиям проектирования теплообменных аппаратов, обладающих улучшенными характеристиками, являются все более насущными и актуальными [1]. Это связано с насыщением мирового рынка новыми техническими средствами, обладающими большими функциональными возможностями и высоким быстродействием, но характеризующимися повышенным значением удельных тепловых перегрузок и перегревов, что сказывается на надежности их работы.

Одним из перспективных направлений при создании систем подобного типа является использование полупроводниковых термоэлектрических преобразователей, обеспечивающих построение экономичных, малогабаритных теплообменных аппаратах с широкими функциональными возможностями по поддержанию заданного теплового режима.

В лаборатории полупроводниковых термоэлектрических приборов и устройств Дагестанского государственного технического университета разработан термоэлектрический теплообменный аппарат, в котором на стенку, разделяющую потоки жидкости с различными температурами, установлены тепловые мостики – медные и алюминиевые вставки.

Результаты теоретических исследований аппарата приведены на рис.1-2. Как следует из рис.1, где представлены графики изменения температур на выходе из теплообменника T_1 и T_2 в зависимости от его длины L , для наилучшего использования термоэлектрического теплообменного аппарата необходимо исходить из требований к нему. Например, если нас интересует более глубокое охлаждение при одной и той же величине тока, то необходимо использовать более длинную термоэлектрическую батарею (ТЭБ), а коэффициент заполнения более низкий. При этом выигрыш в экономии термоэлементов (ТЭ) по сравнению со случаем, когда ими покрыта вся поверхность ($\xi=1$), достаточно ощутима. Из графика следует, что при $\xi=1$ максимальная длина ТЭБ в теплообменном аппарате для указанных выше условий равна 1,1 м, а жидкость охлаждается при этом с 318 К до 312 К. Площадь поверхности ТЭ в этом случае $S_1=L \cdot \xi=1,1 \text{ L м}^2$. Когда $\xi=0,2$, длина ТЭБ в теплообменном аппарате, при котором достигается максимально возможное охлаждение жидкости, равна 3,6 м. В этом случае теплоноситель охлаждается с 318 К до 308 К, площадь поверхности ТЭ при этом $S_2=0,38 \text{ м}^2$.

Если теперь сравнить эти два случая, то охлаждение жидкости на выходе во втором случае более глубокое, нежели в первом. Кроме того, площадь поверхности во втором случае меньше площади в первом, т.е. $S_2 < S_1$, что означает экономию материала ТЭ и расходуемой электрической энергии.

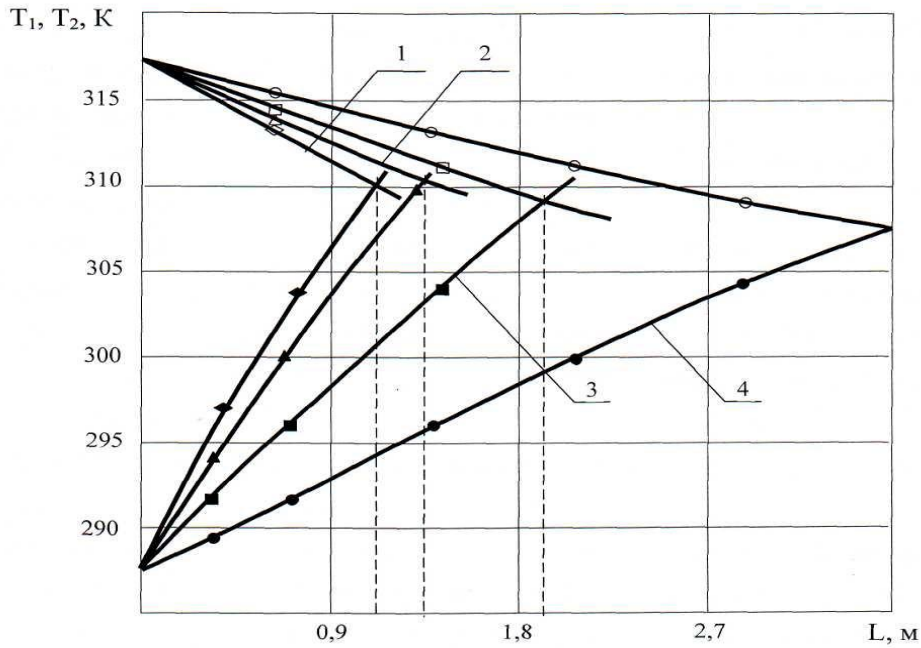


Рис.1. Изменения температур жидкостей на выходе из теплообменника в зависимости от длины при различных коэффициентах заполнения (1 – $\xi = 1$; 2 – $\xi = 0,8$; 3 – $\xi = 0,5$; 4 – $\xi = 0,2$; $I = 10$ А)

На рис.2. представлены графики изменения предельных длин ТЭБ в зависимости от коэффициента заполнения, т.е. тех длин, при которых температуры жидкостей на выходе из теплообменника T^H равны между собой. Как следует из представленных данных, чем больше разница температур теплоносителей на входе в теплообменник, тем больше длина ТЭБ, необходимая для удержания режима интенсификации. График носят монотонно убывающий характер в зависимости от коэффициента заполнения. Чем больше разница температур теплоносителей на входе, тем резче убывают функции $L = L(\xi)$ при постоянном токе питания $I = 5$ А.

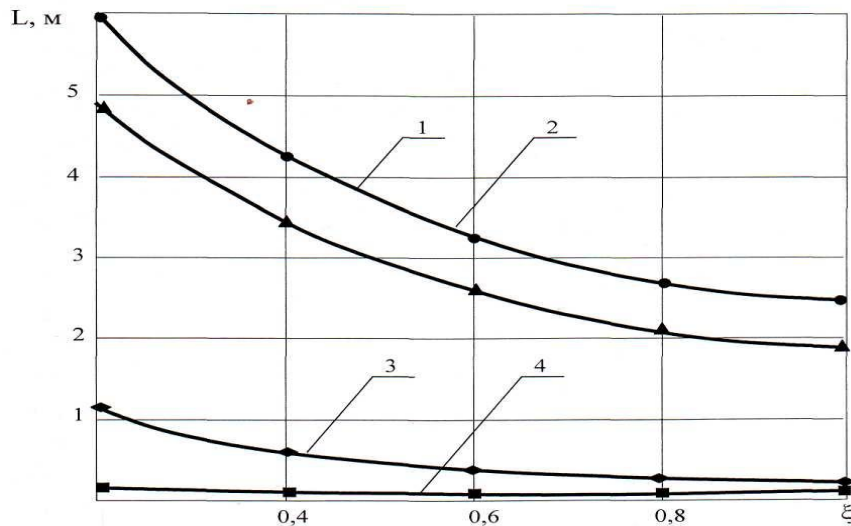


Рис. 2. Зависимости предельных длин ТЭБ в режиме интенсификации от коэффициента заполнения при различных температурах (1 – $T^H = 327$ К; 2 - $T^H = 318$ К; 3 - $T^H = 297$ К; 4 – $T^H = 293$ К; $T^H_2 = 287$ К; $I = 5$ А.)

Список литературы:

1. Теплообменники энергетических установок / Под ред. Ю.М. Бродова. Екатеринбург: Со-крат. 2002. 968 с.

УДК 621.362.:537.322

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Ш.А. Юсуфов

Дагестанский государственный технический университет, г.Махачкала, Россия

yshirali@yandex.ru

Надежность радиоэлектронных систем (РЭС) в большей мере определяется тепловым режимом отдельных элементов и узлов в целом, входящих в состав системы.

Статистические исследования [1] показали, что при повышении температуры на каждые 10 °С в диапазоне 40 – 80 °С надежность радиоэлектронной аппаратуры в среднем уменьшается на 25%.

Проблема отвода избыточного тепла в блоках РЭС еще более остро стоит при размещении различных функциональных блоков в шкафу. В этом случае нарушение температурного режима одного блока ведет не только к его выходу из строя, но и оказывает влияние на другие блоки в составе шкафа. Проектирование шкафов для аппаратуры РЭС ведется с учетом возможности обеспечения либо централизованного охлаждения, либо автономного для каждого блока в отдельности. Как правило наиболее распространенными схемами являются использование принудительного воздушного и жидкостного охлаждения.

В [2] предлагается устройство для крепления радиоэлектронных блоков в системах охлаждения, содержащее оребренное изнутри охлаждаемое основание и опорную панель, между которыми размещены съемные блоки с возможностью теплового контактирования с нижним охлаждаемым основанием. С последнего тепло снимается проходящим внутри воздухом.

Однако данное решение имеет лишь одно (нижнее) охлаждаемое основание, к которому блок прижимается своей нижней плоскостью. Отсутствие второго (верхнего) охлаждаемого основания, во-первых, снижает эффективность охлаждения, а во-вторых, приводит к неравномерному охлаждению блоков. Это связано с тем, что тепловое сопротивление между охлаждаемым основанием и электрорадиоэлементами (ЭРЭ) будет меньшим для расположенных в нижней части блока, и большим для ЭРЭ в верхней части. В результате этого перегрев последних будет выше, а надежность функционирования блока снизится.

Кроме того, дополнительный перегрев будет иметь место у блоков, расположенных ближе к выходу воздуха из охлаждаемого основания, так как воздух при движении в полости охлаждаемого основания постепенно нагревается. Это также приводит к дополнительному снижению надежности аппаратуры.

В [3] предлагается использовать комбинированное кондуктивно-воздушное охлаждение. Блок содержит несущий корпус с полым верхним и нижним теплообменниками с внутренним оребрением, съемные модули с возможностью теплового контактирования каждого из них с верхним и нижним теплообменниками. В теплообменниках и установочных плоскостях модулей выполнены соосные отверстия для прохождения воздуха.

Недостатком этого решения является неравномерность охлаждения модулей, размещаемых в блоке. Для прохождения воздуха в отверстия из одного теплообменника (рис.1) в другой с попутным обдувом модулей необходимо наличие разности давлений воздуха между теплообменниками. Однако распределение воздуха по теплообменникам вдоль блока симметричное. При этом в верхнем и нижнем теплообменниках наибольшее количество воздуха проходит через оребрение левой части, а меньшее - через оребрение правой (рис.2). Из-за этого кондуктивная составляющая теплоотвода в левой части блока будет больше, а в правой меньше. В этом случае кондуктивная составляющая теплоотвода для каждого из модулей будет также асимметричной за исключением быть может какого-то из средних модулей. Например, у модулей, расположенных слева, будет иметь место в основном кондуктивная передача тепла на верхний теплообменник, а у модулей справа - на нижний.

Дополнительную неравномерность охлаждения блоков вносит постепенный нагрев воздуха при его движении вдоль ребер.

Неравномерное охлаждение модулей приводит к неравномерному перегреву ЭРЭ над окружающей средой, а следовательно, к снижению надежности радиоэлектронного блока.

Другим недостатком рассматриваемого известного решения является то, что модули с кондуктивным теплоотводом весьма часто имеют плотную компоновку и содержат ЭРЭ или конструктивные элементы, препятствующие прохождению воздуха внутри них. На практике модули, как правило, разрабатываются под конкретные виды охлаждения: кондуктивное, воздушное и др. Поэтому модули с кондуктивным теплоотводом во многих случаях нельзя использовать в шкафах с воздушным охлаждением с продувом их воздухом. К недостаткам известной конструкции можно также отнести и то, что через съемные модули проходит воздух, который может даже при условии фильтрации нести мелкие частицы пыли и других загрязнений окружающей среды. Это может привести к отказу любого из модулей при попадании загрязнений на их токоведущие части и снизить надежность блока в целом.

Кроме того, известный блок представляет собой одноэтажную конструкцию, в то время как наиболее широкое применение имеют многоэтажные, являющиеся более рациональными в технико-экономическом отношении и обеспечивающие более высокую плотность компоновки при размещении радиоэлектронной аппаратуры по сравнению с одноэтажными.

Для устранения указанных недостатков предлагается использовать следующую конструкцию шкафа для радиоэлектронных систем.

В шкафу РЭС, содержащем несущий корпус, образованный полыми верхним и нижним теплообменниками с внутренним продольным оребрением и полыми боковыми стенками с выполненными на их внутренних сторонах на уровне полостей теплообменников отверстиями для прохода воздуха, размещенные между теплообменниками съемные модули с возможностью тепловой связи каждого из них с расположенными над ним и под ним теплообменниками, патрубки с вентиляторами, прикрепленные к верхним торцам боковых стенок, в верхнем и нижнем теплообменниках, боковых стенках изнутри выполнены продольные перегородки, разделяющие их полости на соответствующие друг другу каналы, количество которых равно 2^n , где n - целое положительное число, имеющее смысл, а патрубки с вентиляторами в количестве, равном числу каналов, размещены в шахматном порядке. Кроме того, в шкафу между верхним и нижним теплообменниками размещено необходимое количество межэтажных перекрытий, выполненных в виде полых теплообменников с внутренним продольным двухсторонним оребрением, в которые введены продольные перегородки, разделяющие их полости на каналы, соответствующие каналам боковых стенок и верхнего, и нижнего теплообменников.

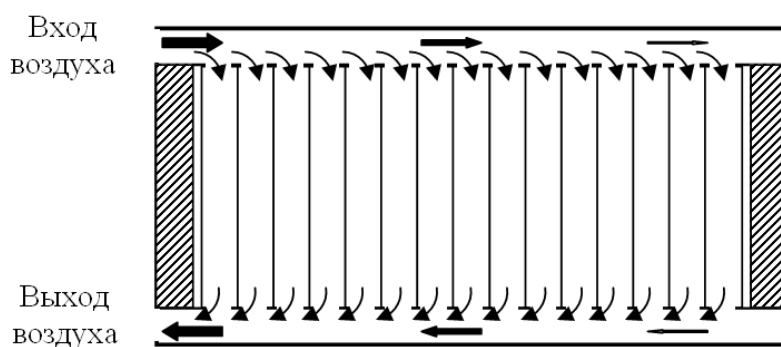


Рис. 1

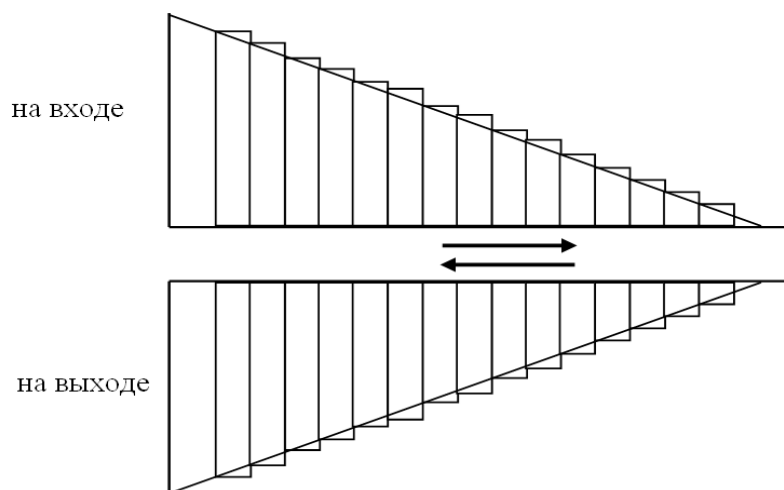


Рис.2

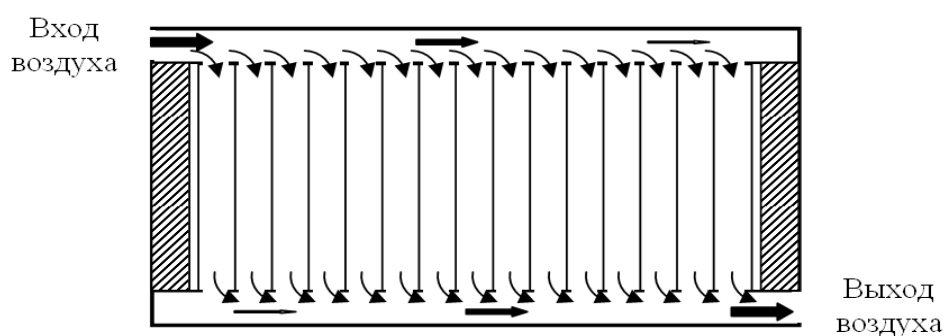


Рис.3

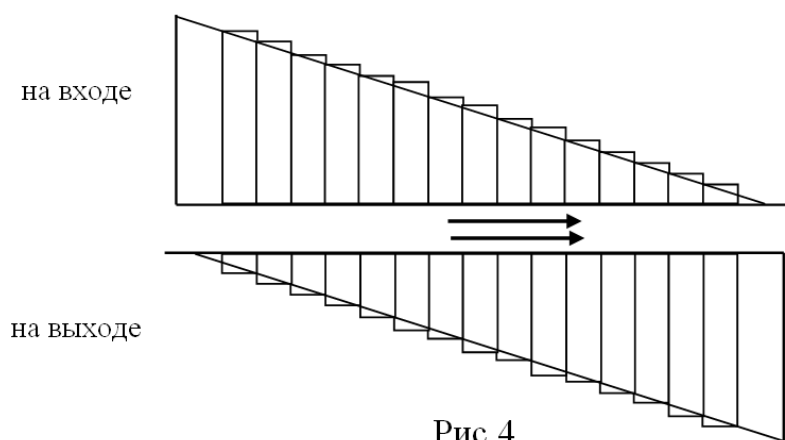


Рис.4

Надежность радиоэлектронного устройства в таком шкафу повышается, так как в смежных каналах любого из теплообменников воздух движется в противоположных направлениях (рис.3) и относительно равных количествах (рис.4), благодаря чему происходит выравнивание температурного поля всех теплообменников и улучшаются условия охлаждения модулей.

Список литературы:

1. Роткоп Л.Л., Гидалевич В.Б., Гунн Л.А., Максименко В.Д. Оценка влияния тепловых режимов в РЭА на ее надежность. – "Вопросы радиоэлектроники. Сер. ТРТО", 1972, вып.1.
2. Патент РФ №738205, кл. Н 05 К 7/20.
3. Патент РФ №1637045, кл. Н 05 К 7/20.

УДК 535.36

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ РАССЕЯНИЯ СВЕТА ДЛЯ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ В СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

А.Ф. Костко

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

afkostko@yandex.ru

Важнейшие характеристики полимера, его молекулярный вес и гидродинамический радиус макромолекул в растворе обычно определяются методами статического и динамического рассеяния света. Однако не для всех полимеров можно легко найти подходящий растворитель при атмосферном давлении. Некоторые полимеры удаётся растворить лишь под высоким давлением в растворителе, находящимся в сверхкритическом состоянии. Например, фторированные углеводороды растворяются в сверхкритической углекислоте, CO_2 . Свойства вещества в сверхкритическом состоянии значительно отличаются от свойств жидкости в обычном состоянии. В данной работе рассматриваются особенности применения методов рассеяния света в условиях, когда используется сверхкритический растворитель.

Для измерения молекулярного веса полимеров M_w широко применяется метод статического рассеяния света. Интенсивность рассеяния света раствором полимера измеряется при различных значениях концентрации и волнового числа рассеяния, варьируемого изменением угла рассеяния. Проводится экстраполяция обратной интенсивности к нулевым значениям концентрации и волнового числа. Чтобы получить абсолютное значение M_w необходимо также соотнести интенсивность рассеяния раствором и интенсивность рассеяния образца стандартной жидкости, в качестве которой обычно используется бензол или толуол. При этом интенсивность света, освещающего рассеивающий объём должна быть одинаковой в обоих случаях. Обычно лазерный луч фокусируют так, чтобы толщина перетяжки (толщина лазерного луча в области фокуса) не превышала соответствующий линейный размер объёма, свет из которого рассеивается в детектор.

При фокусировке лазерного луча в сверхкритических жидкостях (флюидах) можно легко столкнуться с проблемой, которая в обычных жидкостях, как правило, не проявляется. Это связано с тем, что плотность значительно сильнее зависит от температуры для сверхкритических жидкостей, чем для обычных жидкостей. Плотностью среды определяет показатель преломления. При достаточно больших значениях мощности лазерного луча и поглощения света на лазерной длине волны возникает эффект термической линзы [1]. В сверхкритических жидкостях значительно легче создаются условия для возникновения этого эффекта, чем в обычных жидкостях. Вследствие неоднородного по сечению луча разогрева сжимаемой среды, её плотность и, соответственно, показатель преломления тоже становятся неоднородными по сечению. Вблизи места входа луча в сжимаемую жидкость происходит его самофокусировка и дальнейшее распространение расходящегося луча, который не удаётся сфокусировать в объёме, рассеянный свет из которого попадает в детектор. Это приводит к значительным ошибкам при измерениях интенсивности рассеяния и уменьшению отношения сигнал/шум при измерениях методом динамического рассеяния. С другой стороны, следует заметить, что необыкновенно высокая чувствительность сверхкритических растворов к малым загрязнениям может быть использована для регистрации степени этих загрязнений оптическими методами.

Чтобы избежать трудностей с возникновением термической линзы необходимо минимизировать мощность лазера и поглощение света в образце. Поскольку, коэффициент поглощения излучения зависит от длины волны, в качестве источника света можно использовать лазер с длиной волны, поглощение на которой минимально. Кроме того, при работе с кюветой высокого давления рекомендуется избегать загрязнения образца, которое возможно из-за экстракции вещества из материала уплотнителя оптических окон.

Вынужденное ограничение мощности падающего лазерного луча, может привести к резкому уменьшению отношения сигнал/шум в измерениях временной корреляционной функции ин-

тенсивности рассеяния методом динамического рассеяния света. Корреляционная функция интенсивности содержит временные характеристики процесса рассасывания флуктуаций показателя преломления. Полученные значения характерных времён позволяют вычислять динамические коэффициенты в различных жидких системах. Для растворов получают коэффициент диффузии D . Для растворов полимеров в низкомолекулярном растворителе по значению D вычисляют гидродинамический радиус R_h макромолекул по известной формуле

$$R_h = \frac{kT}{6\pi\eta D}, \quad (1)$$

где k - постоянная Больцмана, T - температура, η - вязкость. Распределение молекул по размерам соответствует распределению по коэффициентам диффузии D и по характерным временам корреляции. Для раствора с макромолекулами одного определённого размера корреляционная функция содержит единственное время корреляции τ (при условии, что рассеяние на флуктуациях плотности пренебрежимо мало). Коэффициент диффузии D и волновое число рассеяния q определяют величину $\tau = (Dq^2)^{-1}$. Для получения удовлетворительного соотношения сигнал/шум при измерениях корреляции фотонов необходимо, чтобы за время τ достаточно часто регистрировались не менее двух фотонов. Если пара фотонов регистрируется редко, то отношение сигнал/шум резко падает и для измерения корреляционной функции требуется чрезмерно длительное накопление сигнала. Условие получения удовлетворительного соотношения сигнал/шум можно представить соотношением $\tau > f^{-1}$, где f - частота счёта рассеянных фотонов, величина пропорциональная интенсивности рассеяния. То есть, среднее время между регистрируемыми рассеянными фотонами (определяется интенсивностью падающего луча лазера) не превосходит характерное время корреляции [2].

В сверхкритических растворах диффузия проходит на порядок быстрее, чем в обычных растворах. В соответствии с этим, величина τ оказывается на порядок меньшей, чем в экспериментах с обычными растворами. Поэтому для измерений в сверхкритических растворах необходима высокая интенсивность рассеяния. Достигнуть этого можно двумя способами. Можно использовать более мощный лазер, но его мощность ограничена возможностью возникновения нежелательной термической линзы. Возможно также применение более чувствительного детектора в счётчике рассеянных фотонов. Например, чувствительность лавинного фотодиода значительно превышает чувствительность фотоумножителей. Однако, при выигрыше в чувствительности, детектор с лавинным фотодиодом имеет существенно большее мёртвое время, чем современные фотоумножители. Это может накладывать некоторые ограничения на регистрацию малых величин τ , характерных для сверхкритических растворов.

Таким образом, применение методов статического и динамического рассеяния света для экспериментов со сверхкритическими растворами полимеров связано с некоторыми специфическими ограничениями, накладываемыми на используемую аппаратуру. Для успешных экспериментов существенным оказывается использование достаточно мощного лазера и быстрого детектора фотонов. Кроме того, необходимо исключить даже малое поглощение света в растворе. С учётом рассмотренных условий эксперимента проводились одновременные измерения методами статического и динамического рассеяния света в растворах труднорастворимых полимеров с использованием сверхкритического растворителя CO_2 для определения гидродинамического радиуса макромолекул R_h , молекулярного веса M_w и функции распределения молекулярного веса [3].

Список литературы:

1. Leach R. A. and Harris J. M., Anal. Chem. **56**, 2801, 1984.
2. Jakeman E., Pike E.R., Swain S., J. Phys. A: Gen. Phys., **4**, 517, 1971.
3. McHugh M.A., Kostko A.F., Kigawa K., Kubo K., US Patent Application Publ. No. US 20090046274 A1, Feb. 19, 2009, 13 pp.

УДК 536.71

МАСШТАБНОЕ УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ В ФИЗИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ И ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ МИГДАЛА**И.В. Кудрявцева, С.В. Рыков**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

togg1@yandex.ru

В настоящее время широкое распространение при описании области сильно развитых флуктуаций плотности получили подходы [1], основанные на методе псевдокритических точек, положение которых на термодинамической поверхности определяется равенством [2]:

$$(\partial v / \partial p)_T = 0, \quad (1)$$

где v – удельный объем; p – давление; T – абсолютная температура.

Наиболее простая форма масштабного уравнения состояния, разработанного на основе метода псевдокритических точек, имеет следующий вид:

$$\frac{\rho}{\rho_c} F(\rho, T) = |\Delta\rho|^{\delta+1} a_0(x) + \frac{\rho}{\rho_c} F_0(T) + A_0(T), \quad (2)$$

где $F(\rho, T)$ – свободная энергия Гельмгольца; ρ – плотность; ρ_c – критическое давление; $x = \tau / |\Delta\rho|^{1/\beta}$ – масштабная переменная; $F_0(T)$ и $A_0(T)$ – регулярные функции температуры; $\tau = T / T_c - 1$; T_c – критическая температура; $\Delta\rho = \rho / \rho_c - 1$; ρ_c – критическая плотность; β – критический индекс кривой сосуществования; δ – критический индекс критической изотермы; $a_0(x)$ – масштабная функция свободной энергии [3]:

$$a_0(x) = \sum_n A_n (x + x_{0n})^{2-\alpha} + \sum_m B_m (x + x_{1m})^\gamma + C_0, \quad (3)$$

где A_n и B_m – амплитуды; α – критический индекс изохорной теплоемкости C_V ; C_0 – постоянная, значение которой устанавливается из равенства нулю масштабной функции химического потенциала $h(x) = (\delta + 1)a(x) - x \cdot a'(x)$ на линии насыщения.

Структура масштабной функции (3) может быть обоснована в рамках феноменологической теории Мигдала. Действительно, согласно [4], имеем:

$$\Delta\mu \cdot K_T^{(\beta+\gamma)/\gamma} = \varphi(m), \quad (4)$$

где $\Delta\mu = (\rho_c / \rho_c)(\mu(\rho, T) - \mu_0(T))$; $\mu(\rho, T)$ – химический потенциал; $\mu_0(T)$ – регулярная функция температуры; γ – критический индекс изотермической сжимаемости K_T ; m – переменная, определяемая на основе равенства:

$$\Delta\rho \cdot K_T^{\beta/\gamma} = m. \quad (5)$$

Функция $\varphi(m)$ определяет изоклину изотерм и, в первом приближении, имеет следующий вид:

$$\varphi(m) = m. \quad (6)$$

Выберем функцию K_T исходя из гипотезы Бенедика [5]:

$$K_T(\rho, T) \Big|_{\rho \neq \rho_c} = A \cdot |\Delta\rho|^{-\gamma/\beta} (x + x_1)^{-\gamma}, \quad (7)$$

где A – постоянный множитель.

В результате, согласно (5) и (6), получим масштабное уравнение в переменных плотность – температура:

$$\Delta\mu = A^{-1} \Delta\rho |\Delta\rho|^{\delta-1} (x + x_1)^\gamma. \quad (8)$$

Выражение для свободной энергии Гельмгольца, рассчитанное на основе (8), имеет вид:

$$\frac{\rho}{\rho_c} F(\rho, T) = A^{-1} \int \Delta\rho \left(\tau + x_1 |\Delta\rho|^{1/\beta} \right)^\gamma d(\Delta\rho) + \frac{\rho}{\rho_c} \mu_0(T) + \frac{\rho_c}{\rho_c} A_0(T). \quad (9)$$

Термическое уравнение состояния, найденное на основе термодинамического равенства $p = \rho^2 (\partial F / \partial \rho)_T$, имеет вид:

$$\frac{p}{\rho_c} = \omega \Delta\mu(\rho, T) - A^{-1} \int \Delta\rho \left(\tau + x_1 |\Delta\rho|^{1/\beta} \right)^\gamma d(\Delta\rho) - \frac{\rho_c}{\rho_c} A_0(T). \quad (10)$$

Установим связь предложенного в данной работе уравнения состояния с известными масштабными уравнениями состояния. С этой целью вычислим интегралы от дифференциальных биномов, входящих в выражение свободной энергии Гельмгольца (9):

$$\int \Delta\rho \left(\tau + x_1 |\Delta\rho|^{1/\beta} \right)^\gamma d\omega = \frac{\beta}{(2-\alpha)x_1^{2\beta}} t^{2-\alpha} \left(1 - \frac{2\beta-1}{(1-\alpha) \cdot 1!} \cdot \frac{(2-\alpha)\tau}{t} \dots \right), \quad (11)$$

где $t = \tau + x_1 |\Delta\rho|^{1/\beta}$.

Таким образом, как следует из (11), в асимптотической окрестности критической точки выражение для свободной энергии в первом приближении имеет следующий вид:

$$\frac{\rho}{\rho_c} F(\rho, T) = -A^{-1} \frac{\beta}{x_1^{2\beta}} \frac{\left(\tau + x_1 |\Delta\rho|^{1/\beta} \right)^{2-\alpha}}{2-\alpha} + \frac{\rho}{\rho_c} \mu_0(T) + \frac{\rho_c}{\rho_c} F_0(T). \quad (12)$$

Уравнение (12) приводит следующему выражению для изохорной теплоемкости:

$$C_v = A|\Delta\rho|^{-\alpha/\beta}(x+x_1)^{-\alpha} + C_v^r(\rho, T), \quad (13)$$

где $C_v^r(\rho, T)$ – регулярная составляющая изохорной теплоемкости.

Как показано в [6], уравнение состояния, рассчитанное на основе (13), и качественно и количественно неверно описывает поведение K_T в критической области. Этот вывод распространяется и на уравнение (12).

Интеграл (11) можно представить в виде:

$$\begin{aligned} \int \Delta\rho \left(\tau + x_1 |\Delta\rho|^{1/\beta} \right)^\gamma d\omega &= \frac{1}{2} |\Delta\rho|^{\delta+1} (x+x_1)^\gamma - \frac{1}{2} \int (\Delta\rho)^2 d \left(\tau + x_1 |\Delta\rho|^{1/\beta} \right)^\gamma = \\ &= \frac{1}{2} |\Delta\rho|^{\delta+1} (x+x_1)^\gamma - \frac{\gamma x_1}{2(1+2\beta)} |\Delta\rho|^{\delta+1} (x+x_1)^{\gamma-1} + \\ &+ \frac{\gamma x_1}{2(1+2\beta)} \int |\Delta\rho|^{(1+2\beta)/\beta} \left(\tau + x_1 |\Delta\rho|^{1/\beta} \right)^{\gamma-1} d\omega. \end{aligned} \quad (14)$$

Из (2), учитывая (14), непосредственно следует, что свободная энергия Гельмгольца может быть представлена в асимптотической окрестности критической точки следующим выражением:

$$\frac{\rho}{\rho_c} F(\rho, T) = -\frac{1}{2A} |\Delta\rho|^{\delta+1} (x+x_1)^\gamma + \frac{\rho}{\rho_c} \mu_0(T) + \frac{\rho_c}{\rho_c} F_0(T). \quad (15)$$

Выражение (15) позволяет в соответствии с требованиями масштабной теории критических явлений передать поведение K_T в асимптотической окрестности критической точки. Вместе с тем (15) даже качественно не воспроизводит в соответствии с МТ поведение C_v вблизи критической точки.

Вместе с тем, на основе (12) и (15), можно получить масштабную функцию свободной энергии

$$a_0(x) = -\frac{\beta}{(2-\alpha)Ax_1^{2\beta}}(x+x_1)^{2-\alpha} - \frac{1}{2A}(x+x_1)^\gamma + C, \quad (16)$$

которая в полном соответствии с масштабной гипотезой воспроизводит характерные особенности термодинамической поверхности в асимптотической окрестности критической точки.

Уравнение состояния (2), (16) разработано на основе феноменологической теории Мигдала и метода псевдокритических точек [2], в основе которого лежит равенство (1) и, следующее из (1), равенство $(\partial T/\partial s)_v = 0$, где s – энтропия. Предложенный в данной работе подход к описанию равновесных свойств жидкости в критической области апробирован на примере описания равновесных свойств аргона и хладона R218.

Список литературы:

1. Рыков А.В. Кудрявцева И.В., Рыков В.А. Ассиметричное масштабное уравнение состояния R23 // Вестник Международной академии холода. 2012. № 4. С. 26 – 28.
2. Рыков В.А. Определение «псевдоспинодальной» кривой на основе термодинамических равенств $(\partial T/\partial S)_v = 0$ и $(\partial V/\partial p)_T = 0$ // Журнал физической химии. 1985. Т. 59, № 11. С. 2905 – 2906.

3. Рыков В.А. Метод расчета ρ -T параметра спинодали // Инженерно-физический журнал. 1986. Т. 50, №4. С. 675 – 676.
4. Мигдал А.А. Уравнение состояния вблизи критической точки // ЖЭТФ. 1972. Т. 62, № 4. С. 1559 – 1573.
5. Benedek G.B. Optical mixing spectroscopy, with applications to problem in physics, chemistry, biology and engineering // Polarisation, matiere et rayonnement. Presses Universitaires de France, Paris. 1969, p. 49.
6. Рыков В.А. О гипотезе «псевдоспинодальной» кривой // Журнал физической химии. 1986. Т. 60, № 3. С. 789 – 793.

УДК 536.71

**МЕТОД ОПИСАНИЯ ЛИНИИ ФАЗОВОГО РАВНОВЕСИЯ,
УЧИТЫВАЮЩИЙ ОСОБЕННОСТИ КРИТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ****И.В. Кудрявцева, В.А. Рыков, Е.Г. Селина**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

togg1@yandex.ru

При описании линии фазового равновесия предложен ряд моделей, в той или иной мере учитывающих особенности поведения системы жидкость-пар в критической области [1, 2]. В основе подхода [1, 2] лежат соотношения Вагнера для критической области:

– для приведенной полусуммы плотности ρ^+ и ρ^- соответственно на жидкостной и паровой ветвях линии насыщения:

$$\frac{\rho^+ + \rho^-}{2\rho_c} \cong 1 + A_1\tau^{1-\alpha} + A_2\tau; \quad (1)$$

– для приведенной полуразности ρ^+ и ρ^- :

$$\frac{\rho^+ - \rho^-}{2\rho_c} \cong B_1\tau^\beta + B_2\tau^{\beta+\Delta}, \quad (2)$$

где ρ_c – критическая плотность; α и β – критические индексы изохорной теплоемкости и кривой сосуществования, соответственно; Δ – неасимптотический критический индекс; $\tau = T/T_c - 1$; T_c – критическая температура; A_1 , A_2 , B_1 и B_2 – постоянные.

В работе [3] правило (1) сформулировано в виде соотношения:

$$\frac{\rho^- + \rho^+}{2\rho_c} - 1 = A\tau^{2\beta} + \dots \quad (3)$$

Цель работы – разработать метод, позволяющий описать линию фазового равновесия от тройной точки до критической, и позволяющий выбирать наиболее оптимальную модель, например, (1), (2) или (2), (3), для конкретного вещества.

Однако уравнения для паровой ветви линии насыщения, предложенные в [1, 2, 3] не в полной мере передают ее особенности окрестности тройной точки T_t . В свою очередь, уравнения для предложенные в [2] для описания ρ^+ и ρ^- в полном объеме не удовлетворяют (1)–(3).

В данной работе предложены модели, которые позволяют описать линию фазового равновесия в диапазоне температур от T_t до T_c и удовлетворить соотношениям (1) и (2).

Рассмотрим предложенный подход на примере модели (2), (3).

В соответствии с [2] уравнение линии упругости $p_s(T)$ и уравнения для ρ^+ и ρ^- выбираются таким образом, чтобы выполнялась система равенств (1):

$$\begin{cases} p_s(T_s(\rho^-)) = p_s(T_s(\rho^+)), \\ T_s(\rho^-) = T_s(\rho^+). \end{cases} \quad (4)$$

Как показано в работах [1, 2] линия фазового равновесия от тройной точки до критической точки может быть описана уравнениями (2)–(4):

$$p_s = p_c \exp\left(-a_0/t\tau^2\right) \left(1 + a_1\tau + a_2|\tau|^{2-\alpha} + a_3|\tau|^{2-\alpha+\Delta} + \sum_{i=4}^7 a_i\tau^{s(i)}\right), \quad (5)$$

$$\frac{1}{\rho^-} = \frac{r^*(t)}{T(dp_s(t)/dt)}, \quad (6)$$

$$\frac{\rho^+}{\rho_c} = 1 + A_1|\tau|^\beta + A_2|\tau|^{2\beta} + A_3|\tau|^{\beta+\Delta} + A_4|\tau|^{1-\alpha} + A_5\tau + \sum_{i=6}^N A_i\tau^{n(i)}, \quad (7)$$

где a_i, c_i – постоянные коэффициенты; p_c – критическое давление; $t = T/T_c$; $s(i)$ и $n(i)$ – массивы из натуральных чисел.

В выражении (6), непосредственно следующего из уравнения Клапейрона-Клаузиуса, r^* – «кажущаяся» теплота парообразования. Для того, чтобы уравнение (6) описывало паровую ветвь в соответствии с требованиями масштабной теории критических явлений необходимо выбрать зависимость r^* от температуры в следующем виде:

$$r^*(t) = \frac{p_c}{\rho_c} \left(d_0 + d_1|\tau|^\beta + d_2|\tau|^{\beta+\Delta} + d_3|\tau|^{1-\alpha} + \frac{d_1^3}{a_1^2}|\tau|^{3\beta} + \sum_{i=4}^9 d_i\tau^{m(i)} \right), \quad (8)$$

где d_i – постоянные коэффициенты.

Действительно, подставим (5) и (8) в равенство (6) и путем разложения в ряд правой части (6) по малому (в критической области) параметру τ , получим искомую зависимость для ρ^- :

$$\frac{\rho^-}{\rho_c} = 1 - \frac{d_1}{d_0}|\tau|^\beta + \frac{d_1^2}{d_0^2}|\tau|^{2\beta} - \frac{d_2}{d_0}|\tau|^{\beta+\Delta} + c_1|\tau|^{1-\alpha} + c_2\tau + O(|\tau|^{2\beta+\Delta}), \quad (9)$$

где $c_1 = -\frac{(2-\alpha)a_2 + d_3}{d_0}$; $c_2 = -\frac{2a_0 - a_1 - 2a_4 + d_4}{d_0}$.

Согласно (9), для того, чтобы удовлетворить требованиям (1) и (2) достаточно привести уравнение (7) к виду:

$$\frac{\rho^+}{\rho_c} = 1 + \frac{d_1}{d_0} |\tau|^\beta + \frac{d_1^2}{d_0^2} |\tau|^{2\beta} + \frac{d_2}{d_0} |\tau|^{\beta+\Delta} + c_1 |\tau|^{1-\alpha} + c_2 \tau + \sum_{i=5}^N A_i \tau^{n(i)}. \quad (10)$$

В результате в соответствии с (9) и (10) получим

$$\frac{\rho^- + \rho^+}{2\rho_c} - 1 = A\tau^{2\beta} + A_1\tau^{1-\alpha} + A_2\tau + \dots \quad (11)$$

Аналогичным образом рассмотрена возможность удовлетворить в рамках предложенного подхода к описанию линии фазового равновесия модели (1), (2), а также ряду модификаций (1) и (2), рассмотренных в [1–3].

Апробация данного подхода проведена на примере описания линии фазового равновесия аргона, хладонов R23 и R218. Положительным моментом использования уравнений (5)–(7) в качестве базовых является то, что в этом случае в диапазоне температур от T_t до T_c обеспечивается согласованность значений ρ^- , ρ^+ , p_s , $p'_s(T)$, $p''_s(T)$, r^* . Это в значительной мере обусловлено тем, что в расчетную схему при описании ρ^- автоматически включаются данные о $p'_s(T)$ и r^* , что и обеспечивает хорошие расчетные характеристики предложенного метода при описании паровой ветви линии насыщения во всем диапазоне (рис. 1, 2).

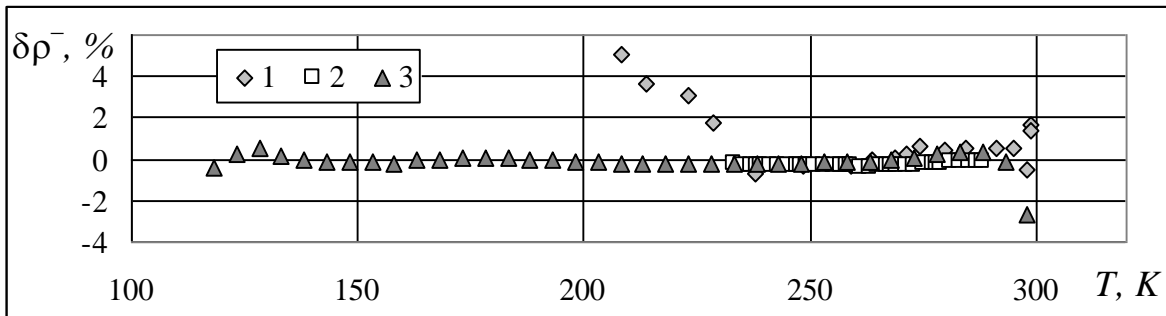


Рис. 1. Отклонение значений ρ^- R23 на паровой ветви линии фазового равновесия, рассчитанных по уравнению (6), от данных: 1 – [5]; 2 – [6]; 3 – [7]

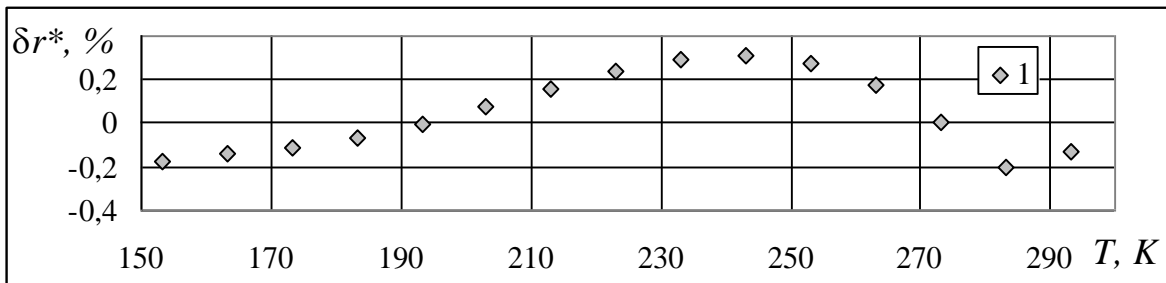


Рис. 2. Отклонение значений «кажущейся» теплоты парообразования хладона R23, рассчитанных по уравнению (7), от данных [8]

Список литературы:

1. Ustyuzhanin E.E., Shishakov V.V., Abdulagatov I.M., Popov P.V., Rykov V.A., Frenkel M.L. Scaling models of thermodynamic properties on the coexistence curve: Problems and some solutions // Russian Journal of Physical Chemistry B. 2012. V. 6. № 8. P. 912–931.
2. Рыков С.В. и др. Расчет линии фазового равновесия аммиака в пакете MathCAD / Рыков С.В., Рябова Т.В. // Научный журнал НИУ ИТМО [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург: СПб НИУ ИТМО, 2013. – № 2. – Режим доступа: <http://refrigeration.open-mechanics.com/>
3. Isochoric Heat Capacity Measurements for Pure Methanol in the Near-Critical and Supercritical Regions. N.G. Polikhronidi, I.M. Abdulagatov, J.W. Magee et al. // Int. J. Thermophys. 2007. Vol. 28. P. 163–193.
4. Шавандрин А.М., Рассказова Т.Ю., Чашкин Ю.Р. Исследование параметров температура-плотность пограничной кривой фреона-23 методом квазистатических термограмм // Труды по химии и химической технологии. Термодинамика органических соединений. Горький, 1975. Вып. 43. С. 100 – 104.
5. Теплофизические свойства фреонов. Т. 1 // Алтунин В.В., Геллер В.З., Петров Е.К. и др. М.: Изд-во стандартов. 1980. Т. 1. 231 с.
6. Penoncello S.G., Lemmon E.W., Jacobsen R., Shan Z A Fundamental Equation for Trifluoromethane (R-23) // J. Phys. Chem. Ref. Data. 2003. V. 32. № 4. P. 1473 – 1499.
7. Соловьев Г.В., Суханин Г.И., Столяров Н.Н., Чашкин Ю.Р. Экспериментальное определение теплоты парообразования и теплоемкости на линии насыщения фреона-23 // Холодильная техника. 1978. № 6. С. 30 – 33.

УДК 536.71

**РАСЧЕТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ТАБЛИЦ НА ОСНОВЕ
УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ СКЕЙЛИНГОВОГО ВИДА****С.В. Рыков, И.В. Кудрявцева, А.В. Рыков**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

togg1@yandex.ru

При разработки термодинамических таблиц технически важных веществ широкое распространение получил подход, основанный на использовании метода псевдокритических точек [1–3]. Отличительной особенностью этого метода является то, что он позволяет строить уравнения состояния передающие характерные особенности термодинамической поверхности как в ее регулярной области, так и в окрестности критической точки. Так как метод псевдокритических точек приводит к возникновению на термодинамической поверхности линии сингулярности обратного коэффициента изотермической сжимаемости, расположенной в области лабильных состояний, то расчет термодинамических таблиц по уравнениям состояния, построенным в рамках метода [1], имеет ряд особенностей.

После нахождения на основе экспериментальной информации коэффициентов уравнения состояния вещества возникает необходимость использовать это уравнение для расчета термодинамических таблиц в однофазной области и на линии фазового равновесия. В работе описан алгоритм расчета таких таблиц на примере хладона R218.

В качестве исходного уравнения состояния было использовано уравнение, нашедшее применение при описании также равновесных свойств R134a [2] и R717 [3]:

$$\begin{aligned} \frac{p(\rho, T)}{RT\rho} = & 1 + y_1\omega^2 + y_2\omega + u_4(y_3\omega^2 + y_4\omega) + u_5(y_5\omega^2 + y_6\omega) + \\ & + \omega \sum_{i=0}^{14} \sum_{j=0}^7 C_{i,j} \tau_l^j \Delta\rho^{i-1} (i\omega + \Delta\rho) + u_2\omega\tau_l(2\omega - 3) + \\ & + u_3\omega^2\tau_l(3\omega - 4) + u_1\omega|\Delta\rho|^{(1-\alpha)/\beta} t^{-2} \times \\ & \times \left(f(\omega) \frac{1}{\beta} |\Delta\rho|^{1/\beta-1} \text{sign}(\Delta\rho) ((2-\alpha)a(x) - xa'(x)) + f'(\omega) |\Delta\rho|^{1/\beta} a(x) \right), \end{aligned} \quad (1)$$

где ρ – плотность; $\omega = \rho/\rho_c$; ρ_c – критическая плотность; $\Delta\rho = \omega - 1$; T – абсолютная температура; $t = T/T_c$; $\tau = t - 1$; $\tau_l = t^{-1} - 1$; T_c – критическая температура; $a(x)$ – масштабная функция свободной энергии Гельмгольца; x – масштабная переменная; $f(\omega)$ – сглаживающая функция; α и β – критические индексы; y_i – регулярные функции приведенной плотности.

При использовании (1) надо задать два термодинамических параметра (давление, плотность или температуру). Т. к. уравнение (1) задано как функция давления от плотности и температуры, то для расчета таблиц при заданном давлении необходимо решать уравнение $p(T, \rho) = 0$. Рассмотрим случай вычисления термодинамических таблиц на изобарах с шагом по температуре.

На первом этапе проводится сравнение температуры, при которой рассчитываются текущая точка, с критической температурой. В случае если температура больше критической необходимо

решить уравнение $p(\rho) = 0$ относительно плотности при постоянной температуре. Уравнение решается методом половинного деления. Границы поиска корня уравнения устанавливаются от $0,2 \cdot 10^{-7} \rho_c$ до $3,3 \rho_c$. Функция при этом равномерно возрастает и имеет только один корень на всем интервале, как видно из рис. 1 (см. изотерма при $T=350$ К).

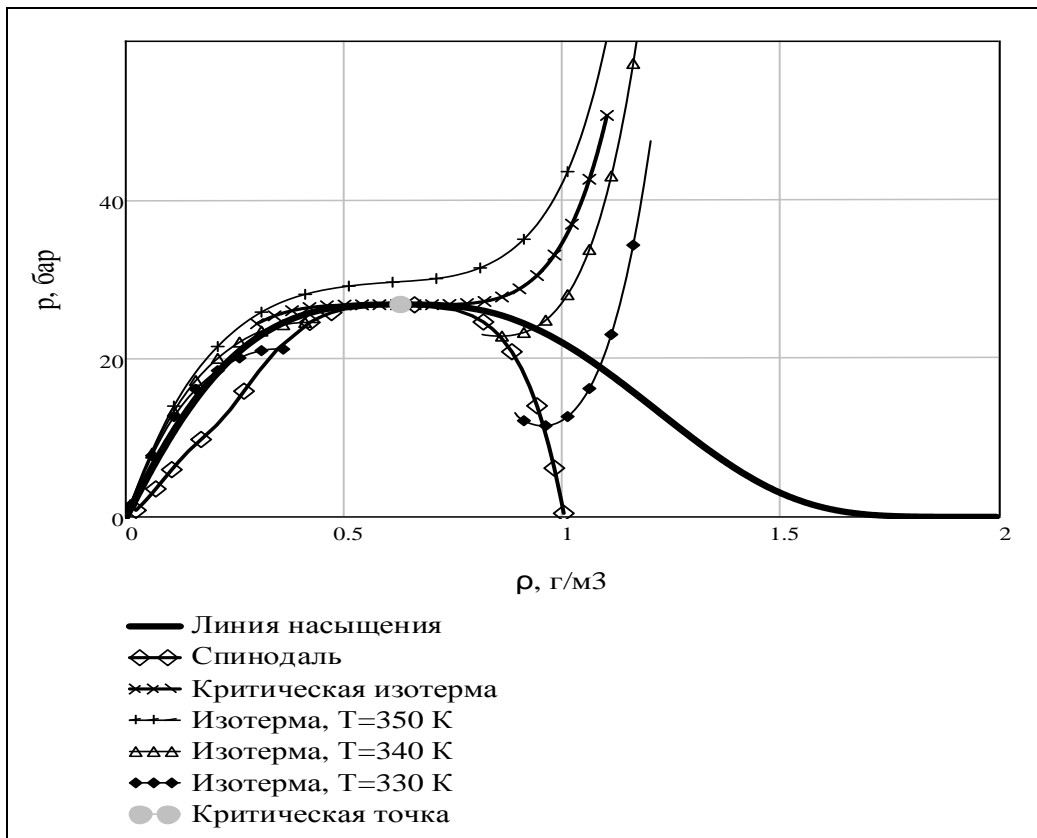


Рис. 1. Фазовая диаграмма хладагента R218, рассчитанная по уравнению (1)

Если температура меньше критической (рис. 1, изотермы при $T=340$ К и при $T=330$ К), уравнение (1) может иметь несколько решений. Поэтому сначала следует определить фазовое состояние вещества. Для этого при заданной температуре по уравнению (2) рассчитывается давление на линии упругости, которая описывается уравнением [4]:

$$p_s = p_c \exp\left(-a_0/t\tau^2\right) \left(1 + a_1\tau + a_2|\tau|^{2-\alpha} + a_3|\tau|^{2-\alpha+\Delta} + \sum_{i=4}^7 a_i\tau^{s(i)} \right), \quad (2)$$

где p_c – критическое давление; Δ – неасимптотический критический индекс.

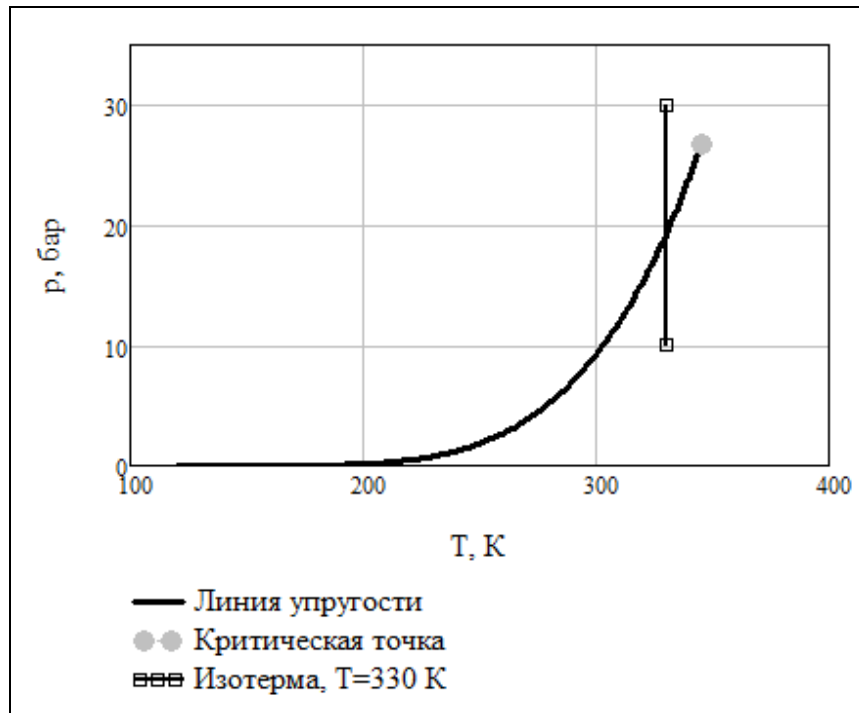


Рис. 2. Линия упругости хладона R218, рассчитанная по уравнению (2)

Как видно из рис. 2. при $p < p_s$ вещество находится в газовом состоянии, при $p > p_s$ – в жидком.

После этого для нахождения плотности по (1) необходимо определить положение термической спинодали, положение которой на термодинамической поверхности определяется следующим уравнением:

$$\left(\frac{\partial p(T, \rho)}{\partial \rho} \right)_T = 0. \quad (3)$$

Алгоритм решения (3) аналогичен решению уравнения $p(\rho) = 0$.

Для вещества в жидком состоянии границы поиска корня задаются как $3,3\rho_c$ и начало возрастания функции в двухфазной области. Для газа – от $0,2 \cdot 10^{-7}$ до начала убывания функции в двухфазной области.

При решении уравнения (1) в случае $T < T_c$ относительно ρ одна из границ интервала равна плотности на спинодали (3), другая – для жидкости $3,3\rho_c$, для газа $0,2 \cdot 10^{-7}\rho_c$. Выбор спинодали в качестве одной из границ интервала позволяет избежать ошибок при вычислении плотности в однофазной области в окрестности линии насыщения. При этом уравнение (1) будет всегда иметь только один корень. Также этот подход позволяет рассчитывать термодинамические таблицы не только в однофазной области и на линии фазового равновесия, но и в метастабильной области от линии фазового равновесия до термической спинодали.

Для расчета термодинамических свойств на линии фазового равновесия по заданной температуре вычисляется давление на линии упругости по уравнению (2). Затем необходимо решить уравнение (1) по плотности при заданных давлении и температуре. Границы поиска корня при этом такие же как и при вычислении плотности в однофазной области при $T < T_c$.

Полученные значения давления, плотности и температуры используются для расчета изохорной и изобарной теплоемкостей, коэффициента изотермической сжимаемости, энтальпии, энтропии и скорости звука.

Приведенный в работе алгоритм расчета термодинамических таблиц реализован авторами на алгоритмическом языке FORTRAN и в математическом пакете MathCAD.

Список литературы:

1. Рыков В.А. Уравнение состояния в критической области, построенное в рамках метода нескольких «псевдоспинальных» кривых // Журнал физической химии. 1985. Т. 59, № 10. С. 2605–2607.
2. Кудрявцева И.В., Рыков В.А., Рыков С.В. Ассиметричное единое уравнение состояния R134a // Вестник Международной академии холода. 2008. № 2. С. 36–39.
3. Рыков С.В., Кудрявцева И.В., Демина Л.Ю. Единое уравнение состояния R717, учитывающее особенности критической области // Вестник Международной академии холода. 2009. № 4. С. 29–32.
4. Рыков С.В., Самолетов В.А., Рыков В.А. Линия насыщения аммиака // Вестник Международной академии холода. 2008. № 4. С. 20–21.

УДК 536.71

**УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ХЛАДОНА R1234yf,
ОТВЕЧАЮЩЕЕ ТРЕБОВАНИЯМ МАСШТАБНОЙ ТЕОРИИ****С.В. Рыков, А.В. Рыков, Т.В. Рябова**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

togg1@yandex.ru

В ЕС запрещается использование хладагентов с потенциалом глобального потепления (ПГП) больше 150 при производстве новых моделей автомашин с 1 января 2011 и во всех новых транспортных средствах с 1 января 2017 г. [1, 2]. В качестве замены производителям рекомендовано использовать хладон R1234yf (ПГП за период 100 лет – 4) [3]. В работе предложено уравнение состояния, которое в соответствии с требованиями масштабной теории позволяет рассчитывать теплофизические свойства хладона R1234yf на всей термодинамической поверхности.

Уравнение состояния имеет форму, которая рассмотрена в [4–6]:

$$F(\rho, T) = F_0(T) + RT_c f(\omega) \sum_{i=0}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} u_{ij} f_{ij}(t) |\tau_s|^{2-\alpha+\Delta_i} a_i(\tilde{x}) + \\ + RT \ln \rho + RT \omega \sum_{i=1}^{n_3} \sum_{j=0}^{j_3(i)} C_{ij} \tau_1^j (\Delta \rho)^i. \quad (1)$$

где $F_0(T)$ – идеально-газовая составляющая свободной энергии; $\omega = \rho/\rho_c$ – относительная плотность, $a_i(\tilde{x})$ – масштабные функции свободной энергии, $\tilde{x} = \tau/\tau_s$ – обобщенная масштабная переменная; τ_s находится из равенства $\tau_H = -x_0 \tau_s$, x_0 – параметр линии фазового равновесия, $t = T/T_c$ – относительная температура, $\tau_1 = T_c/T - 1$ – приведенная обратная температура, $f(\omega)$ и $f_{ij}(t)$ – сглаживающие функции, C_{ij} – регулируемые коэффициенты, которые определяются статистической обработкой исходного массива данных; α – критический индекс изохорной теплоемкости.

Для масштабных функций свободной энергии $a_i(\tilde{x})$ получены следующие выражения:

– $a_0(\tilde{x})$ «отвечает» за асимптотическую окрестность критической точки

$$a_0(\tilde{x}) = A_{01} \left[(\tilde{x} + x_{01})^{2-\alpha} - \frac{x_{01}}{x_{02}} (\tilde{x} + x_{02})^{2-\alpha} \right] + B_{01} (\tilde{x} + x_{03})^\gamma + C_0, \quad (2)$$

– $a_1(\tilde{x})$ «отвечает» за неасимптотическую окрестность критической точки

$$a_1(\tilde{x}) = A_{11} \left[(\tilde{x} + x_{11})^{2-\alpha+\Delta} - \frac{x_{11}}{x_{12}} (\tilde{x} + x_{22})^{2-\alpha+\Delta} \right] + \\ + B_{11} (\tilde{x} + x_{13})^{\gamma+\Delta} + C_1, \quad (3)$$

– масштабные функции, которые передают асимметрию реальной жидкости относительно критической изохоры

$$\begin{aligned}
 a_2(\tilde{x}) = & A_{21} \left((\tilde{x} + x_{21})^{2-\alpha+\Delta_1} - (\tilde{x} + x_{22})^{2-\alpha+\Delta_1} - \right. \\
 & \left. - \frac{x_{21} - x_{22}}{x_{23} - x_{24}} \left((\tilde{x} + x_{23})^{2-\alpha+\Delta_1} - (\tilde{x} + x_{24})^{2-\alpha+\Delta_1} \right) \right) + \\
 & + B_{21} \left((\tilde{x} + x_{25})^{\beta\delta+\Delta_1} - \frac{x_{25}}{x_{26}} (\tilde{x} + x_{26})^{\beta\delta+\Delta_1} \right) + \quad (4) \\
 & + D_{21} \left(\left((\tilde{x} + x_{27})^{\gamma+\Delta_1} - (\tilde{x} + x_{28})^{\gamma+\Delta_1} \right) - \right. \\
 & \left. - \frac{x_{27} - x_{28}}{x_{29} - x_{2,10}} \left((\tilde{x} + x_{29})^{\gamma+\Delta_1} - (\tilde{x} + x_{2,10})^{\gamma+\Delta_1} \right) \right) \Big) + C_2,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_3(\tilde{x}) = & A_{31} \left((\tilde{x} + x_{31})^{2-\alpha+\Delta_2} - \frac{x_{31}}{x_{32}} \left((\tilde{x} + x_{32})^{2-\alpha+\Delta_2} \right) \right) + \quad (5) \\
 & + D_{31} \left((\tilde{x} + x_{33})^{\gamma+\Delta_2} - \frac{x_{33}}{x_{34}} (\tilde{x} + x_{34})^{\gamma+\Delta_2} \right) + C_3.
 \end{aligned}$$

Здесь γ – критический индекс изотермической сжимаемости; Δ – неасимптотический критический индекс; $\Delta_1 = \beta\delta - 1$; $\Delta_2 = \gamma - \alpha$; индексы β и δ устанавливаются на основе равенств Гриффитса.

При определении параметров обобщенной масштабной переменной \tilde{x} , т.е. состояния вещества на линии фазового равновесия, в уравнении (1) использовались результаты работ [8–11].

В качестве опорного массива термодинамических свойств хладона R1234yf при определении коэффициентов фундаментального уравнения (1) были использованы экспериментальные [8–11, 13] и табличные [12] данные.

Термическое уравнение состояния и калорическое уравнение для изохорной теплоемкости C_v рассчитаны на основе (1) по известным термодинамическим равенствам: $p = \rho^2 (\partial F / \partial \rho)_T$ и $C_v = -T \left(\partial^2 F / \partial T^2 \right)_V$.

Результаты расчета по уравнению (1) на линии фазового равновесия представлены на рис. 1–2. Термические данные [8] и [9] описаны со среднеквадратическими погрешностями 0,9% и 0,07%, соответственно. Максимальное отклонение от табличных значений изохорной теплоемкости [9] на линии фазового равновесия в диапазоне температур $0,68 \leq T / T_c \leq 0,99$ составило 2,7% при $T = 363,15$ К.

Показано, что при ограниченном массиве экспериментальной информации в фундаментальном уравнении (1) можно ограничиться только функциями (2) и (3), которые передают масштабные особенности симметричных систем.

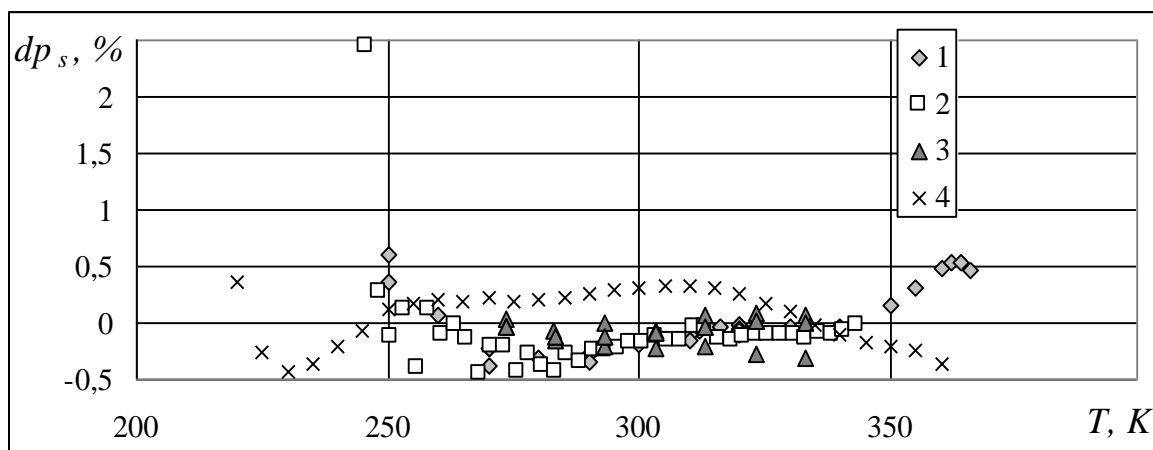


Рис. 1. Отклонения значений давления на линии упругости, рассчитанных по уравнению (1), от данных: 1 – [8]; 2 – [9]; 3 – [10]; 4 – [12]

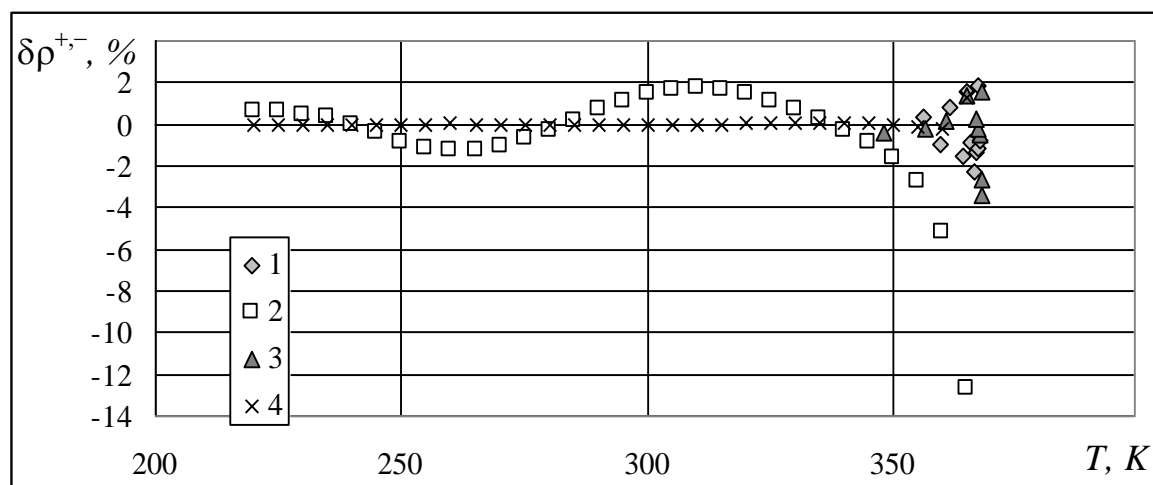


Рис. 2. Отклонения значений плотности на линии фазового равновесия, рассчитанных по уравнению (1), от данных: 1, 3 – [11]; 2, 4 – [12]

Список литературы:

1. Regulation (EC) No 842/2006 of The European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on certain fluorinated greenhouse gases, 2006. Off. J. Eur. Union. Retrieved in December 2010 at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:161:0001:0011:EN:PDF>.
2. Directive 2006/40/EC of The European Parliament and of the Council of 17 May 2006 relating to emissions from air-conditioning systems in motor vehicles and amending Council Directive 70/156/EC, 2006. Off. J. Eur. Union. Retrieved in December 2010 at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:161:0012:0018:EN:PDF>.
3. EPA, A Proposed Rule for HFO-1234yf as an Automotive Refrigerant. Retrieved in December 2010 at: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2009-10-19/pdf/E9-25106.pdf>.
4. Кудрявцева И.В., Рыков В.А., Рыков С.В. Асимметричное единое уравнение состояния R134a // Вестник Международной академии холода. 2008. № 2. С. 36–39.
40. Рыков С.В., Кудрявцева И.В., Демина Л.Ю. Единое уравнение состояния R717, учитывающее особенности критической области // Вестник Международной академии холода. 2009. № 4. С. 29-32.
6. Рыков С.В. Метод построения асимметричного масштабного уравнения состояния в физических переменных // Дис. на соискание уч. ст. канд. техн. наук. СПб.: СПбГУНиПТ, 2009, 198 с.

7. Рыков А.В. и др. Вычисление давления на линии упругости хладона R1234yf / Рыков А.В., Кудрявцев Д.А., Павловская В.А., Рыков В.А. // Научный журнал НИУ ИТМО [Электронный ресурс]. Санкт-Петербург: СПб НИУ ИТМО, 2013. № 2. Режим доступа: <http://refrigeration.openmechanics.com/>

8. Richter M., McLinden M.O., Eric W. Lemmon E.W. Thermodynamic properties of 2,3,3,3-tetrafluoroprop-1-ene (R1234yf): vapor pressure and $p - \rho - T$ measurements and an equation of state // J. Chem. Eng. Data. 2011. 56. 3254–3264.

9. Fedele L., Bobbo S., Groppo F., Brown S.J., Zilio C. Saturated Pressure Measurements of 2,3,3,3-Tetrafluoroprop-1-ene (R1234yf) for Reduced Temperatures Ranging from 0.67 to 0.93 // J. Chem. Eng. Data. 2011. 56. 2608–2612.

10. Kamiaka T., Dang C., Hihara E., Vapor-liquid equilibrium measurements for binary mixtures of R1234yf with R32, R125, and R134a // International Journal of Refrigeration (2012), doi: 10.1016/j.ijrefrig.2012.08.016.

11. Tanaka K., Higashi Y. Thermodynamic properties of HFO-1234yf (2,3,3,3-tetrafluoropropene) // International Journal of Refrigeration. V. 33, I. 3, 2010. P. 474–479.

12. Lai N.A., Vrabec J., Raabe G., Fischer J., Wendland M. Description of HFO-1234yf with BACKONE equation of state // Fluid Phase Equilibria. 2011. 305. 204–211.

13. Akasaka R., Tanaka K., Higashi Y. Thermodynamic property modeling for 2,3,3,3-tetrafluoropropene (HFO-1234yf) // Int. J. of Refrigeration. V. 33. 2010. P. 52–60.

УДК 624.19 ; 622.253.3

ЗАМОРАЖИВАНИЕ ПЛЫВУНОВ ПРИ СООРУЖЕНИИ СБОЙКИ МЕЖДУ ТОННЕЛЕМ И ШУРФОМ

Н.В. Лисничук

Государственный научно-исследовательский институт организации и механизации шахтного строительства, г. Харьков, Украина

chlad@mail.ru

В тайваньском городе Гаосюн для обеспечения инфраструктуры города пройден тоннель диаметром 4,6 м в свету на глубине 40 м от поверхности с применением тоннелепроходческих машин (ТПМ) роторного типа. Крепь тоннеля – железобетонные блоки. Через 1 – 1,5 км вдоль трассы тоннеля пройдены шурфы диаметром 2,4 м глубиной 40 м методом аналогичным проходке выработок с применением опускной крепи. На начальной стадии шурфы закреплены стальной обечайкой с толщиной стенки 32 мм. Назначение шурфов – обслуживание тоннеля и использование в качестве аварийных выходов. Для связи между тоннелем и шурфами предусмотрены сбойки, которые предстояло пройти в пльвунах. В местах примыкания сбоек к тоннелю последний закреплен стальными тубингами. Безопасность сооружения сбоек обеспечивалась применением искусственного замораживания грунтов не менее 2 м вокруг сбойки в проходке. С применением замораживания грунтов построено 3 сбойки. Рассмотрим выполнение работ на примере сбойки № 7.

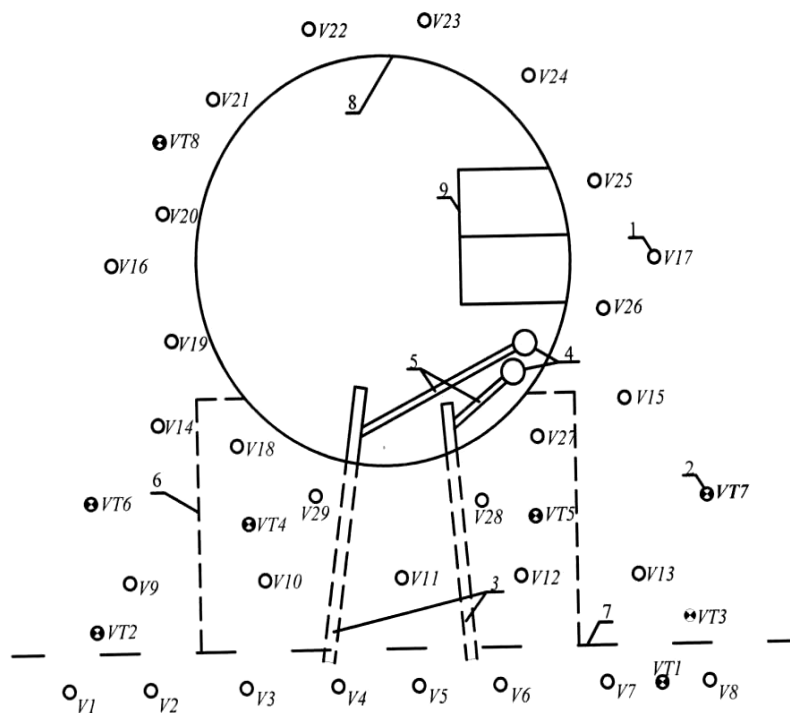
Для замораживания грунтов применены вертикальные, наклонные, горизонтальные и вспомогательные замораживающие колонки. Вертикальные замораживающие колонки обеспечивают зональное замораживание грунтов высотой примерно 8 метров (на глубине от 32 до 40 м). Выше этого места между наружной трубой замораживающей колонки диаметром 114 мм и питающей трубой диаметром 34 мм находится отводящая труба диаметром 56 мм. В зазоре между трубами диаметром 114 мм и 56 мм уложена термоизоляция из пенопласта, чем исключается замораживание грунта с поверхности до глубины 32 метра. На нижнем конце отводящей трубы имеется пакер, препятствующий контакту рассола с замораживающей трубой в интервале 0 – 32 м. На поверхности зазор между трубами диаметром 56 мм и 114 мм перекрыт приваренным кольцом. Суть зонального замораживания изложена в [1], а использованная на этом объекте конструкция колонки показана на рис. 2 (колонка *VIIв*). Питающая труба диаметром 32 мм и отводящая труба 56 мм имеют штуцеры для подсоединения армированных прорезиненных шлангов. Наклонные замораживающие колонки пробурены из тоннеля для создания ледопородного ограждения под днищем сбойки, которое не обеспечивают вертикальные замораживающие колонки. Наклонные колонки - традиционной конструкции, состоящие из наружной трубы диаметром 114 мм и внутренней питающей диаметром 34 мм. Подача рассола в тоннель и возврат его к замораживающей станции осуществлялся по ставам труб, проложенным в шурфе. Для циркуляции рассола из шурфа в тоннель пробурены две горизонтальные скважины, в которых проложены трубы диаметром 114 мм. В одну из труб вварена труба диаметром 34 мм для пропуска кабелей от термодатчиков к процессору, следящему за ходом замораживания. Соединение вертикального става труб в шурфе с горизонтальными трубами выполнили гибкими армированными прорезиненными шлангами диаметром 3 дюйма. Горизонтальные трубы с циркулирующим в них рассолом являлись хорошими замораживающими колонками в очень ответственном месте – над сводом сбойки. Они интенсивно снижают и надежно поддерживают температуру замороженных грунтов над головами проходчиков сбойки. На стальных поверхностях шурфа и тоннеля расположили дополнительные замораживающие колонки из прямоугольных труб 50x100 мм. Эти колонки ускорили замораживание грунтов и повысили прочность ледопородного ограждения в местах контакта металлических элементов крепи выработок с грунтами.

Замораживающая станция состояла из двух холодильных машин с винтовыми компрессорами мощностью (при температуре испарения – 15°C) 137 кВт каждая, работающих на хладагенте "хладон-22". Холодильные машины были обеспечены индивидуальными градирнями, водяными и рассольными насосами. Замораживающая станция была укомплектована основным и резервным рассольными насосами с высокочастотными электродвигателями, что позволяло плавно регулиро-

вать производительность насосов изменением частоты тока сенсорными цифровыми пультами. В здании замораживающей станции располагались холодильные машины, электрические шкафы, преобразователи частоты, насосы; возле здания замораживающей станции – градирни и рассольный расширительный бак. На прямом и обратном рассолопроводах размещены электронные расходомеры, показания которых сведены в компьютер. В качестве холодоносителя использовался рассол хлористого кальция плотностью $1,270 \text{ кг/м}^3$, имеющий температуру замерзания $-43,5^\circ\text{C}$ [2]. Рабочая температура рассола от -25°C до -30°C .

Расположение вертикальных замораживающих и термоконтрольных колонок показано на рис. 1. Термоконтрольная колонка представляет собой трубу диаметром 114 мм, опущенную в скважину, в которой размещены термодатчики сопротивления с выводом параметров на компьютер. В каждой из восьми вертикальных термоконтрольных колонок располагали по семь термодатчиков на глубинах от поверхности: 10 м, 20 м, 30 м, 32,5 м, 35 м, 37,5 м, 40 м.

В рассолопровод и коллектор вварены штуцеры диаметром 34 мм с резьбой. Их количество предусмотрено на 20% больше, чем замораживающих колонок. На все штуцеры навинчены краны. Рассол от крана к питающей трубе замораживающей колонки подавался по гибкому шлангу. По таким же шлангам рассол возвращался от замораживающих колонок к коллектору, но на своем пути он еще "омывал" термодатчик. Это позволяло оценить качество работы каждой замораживающей колонки. Аналогично выполнена разводка рассольной сети для наклонных и дополнительных замораживающих колонок.



1 - замораживающая колонка; 2 - термоконтрольная колонка; 3 - горизонтальные колонки; 4 - рассолопроводы в шурфе; 5 - гибкие шланги; 6 - контур сбойки в проходке; 7 - контур тоннеля; 8- обечайка шурфа; 9- лестница в шурфе.

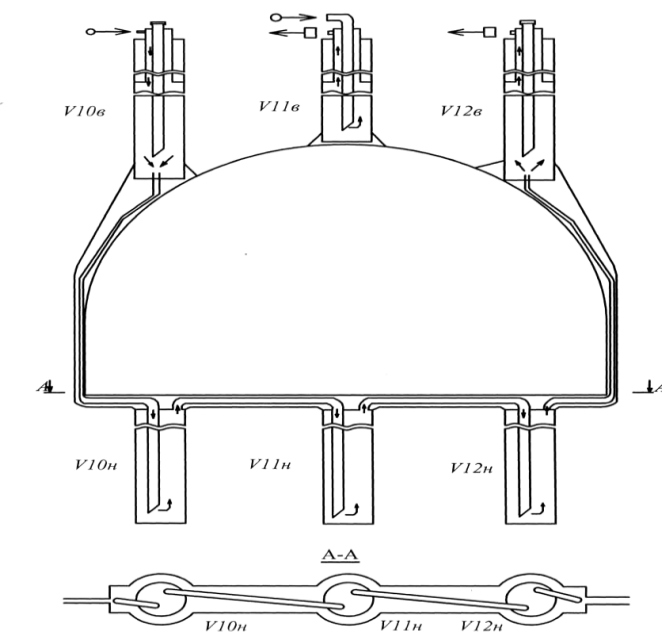
Рис. 1. Схема расположения вертикальных и горизонтальных замораживающих колонок и термоконтрольных колонок.

Учитывая высокие температуру воздуха и относительную влажность, все элементы рассольной сети (рассолопроводы, распределители, коллекторы, краны, задвижки, рассольные насосы, шланги, незаглубленные в грунт части замораживающих колонок, рассольный расширительный бак) тщательно термоизолированы.

Известно, что при замораживании грунтов возникает пучение. С целью уменьшения влияния пучения на тоннель в районе сооружения сбойки крепь тоннеля временно усилили кольцами из двутавра № 24, установленными через 1 м. С целью снижения пучения грунтов применено каскадное включение замораживающих колонок.

Продолжительность активного замораживания составила 60 суток. В течение последней недели замораживания были пробурены по 4 скважины из тоннеля и из шурфа в массив вынимаемого грунта, чтобы убедиться в отсутствии непромороженных зон.

В стальных тубингах тоннеля вырезали проем не более сечения сбойки в свету. Через этот проем отбойными молотками прошли сбойку на все сечение в проходке длиной 0,5 м. Далее через 20 – 25 см предполагалось встретить 3 вертикальные замораживающие колонки. Из этих колонок удалили рассол. Проходку продолжили на такое расстояние, при котором удобно вырезать трубы замораживающих колонок. Трубы колонок *V10*, *V11*, *V12* вырезали на высоту сбойки в проходке. Каждая замораживающая колонка оказалась разрезанной на две части: верхние - *V10в*, *V11в*, *V12в* и нижние - *V10н*, *V11н*, *V12н*. К колонке *V11в* приварили дно, заполнили рассолом и включили в систему циркуляции, возобновив замораживание грунтов над сводом сбойки. В нижней части колонок *V10в* и *V12в* приварили доньшки с сваренными штуцерами диаметром 34 мм. Колонки *V10н*, *V11н*, *V12н* заварили крышками. Каждая крышка имела питающий штуцер, соединенный с питающей трубой, и отводящий штуцер, соединенный с межтрубным пространством. Гибкими шлангами соединили штуцер в дне колонки *V10в* с питающим штуцером колонки *V10н*, отводящий штуцер колонки *V10н* - с питающим штуцером колонки *V11н*, отводящий штуцер колонки *V11н* - с питающим штуцером колонки *V12н*, отводящий штуцер колонки *V12н* - со штуцером в дне колонки *V12в*. Шланги уложили в канавки для защиты от повреждений при проходке сбойки. Гибкий шланг, соединяющий отводящий штуцер колонки *V10в* с коллектором, подсоединили к резервному крану распределителя. Открыли этот резервный кран и кран обратного рассола колонки *V12в*. Возобновилось замораживание грунтов, приостановленное изменением конструкций колонок *V10* - *V12* (рис. 2). Путь рассола от распределителя к коллектору удлинился, но при этом увеличилось сечение каналов потока рассола, поэтому скорость циркуляции осталась практически прежней. Поверхность периметра сбойки покрыли термоизоляционным материалом.



Условные обозначения



-  рассол от распределителя;
-  рассол к коллектору

Рис. 2. Схема замораживания грунтов после вырезания колонок в сечении сбойки

Проходку сбойки продолжили до достаточного обнажения термоконтрольных колонок *VT4* и *VT5*. Термодатчики приподняли на 7 м, трубы в сечении сбойки вырезали, заварили нижние торцы верхних частей труб. Цементным раствором заполнили нижние части труб колонок *VT4* и *VT5* и заварили крышками. Проходку сбойки продолжили, а при приближении сбойки к очередным

вертикальным замораживающим колонкам, выполняли операции в той же последовательности, как при проходке в зоне колонок V10 - V12.

По окончании проходки сбойки вскрытый замороженный грунт покрыли термоизоляцией. В обечайке шурфа по размеру сбойки в свету вырезали проем. К грунтовым стенкам сбойки укрепили металлическую сетку и дополнительно раскрепили ее арками из двутавра № 12. К аркам приварили тампонажные трубки, затем нанесли набрызг-бетон заподлицо с двутаврами. Набрызг-бетонную поверхность покрыли гидроизоляционной пленкой с напусками и герметичным соединением с металлическими поверхностями тоннеля, шурфа и тампонажных трубок. Для создания железобетонной крепи уложили арматуру, а среди арматуры расположили трубы (по которым при наборе прочности бетоном циркулировала подогретая вода), смонтировали опалубку и уложили за опалубку бетонную смесь. Через сутки опалубку убрали.

Еще через сутки включили подогрев бетона водой с температурой 25-30 °С. Спустя 2 недели, приступили к ликвидации наклонных замораживающих колонок в тоннеле: срезали выступающие части колонок, извлекли питающие трубы, трубы диаметром 114 мм (замораживающие и термоконтрольные) заполнили цементным раствором, а на внутренней поверхности спинок тубингов наварили колпаки так, чтобы загерметизировать в спинках тубингов отверстия, оставшиеся от колонок. Аналогичным способом загерметизировали отверстия от горизонтальных колонок в тоннеле и в шурфе. Эти работы выполняли оперативно, чтобы в зоне действия этих колонок грунты не успели оттаять и вода не создавала помех выполнению сварочных работ. Кессоны в стальных тубингах заполнили бетоном, вследствие чего эта часть тоннеля стала аналогичной остальной части тоннеля как по виду, так и по аэродинамическому сопротивлению.

Через 20 суток после бетонирования сбойки замораживание грунтов прекратили, начали искусственное оттаивание замороженных грунтов вертикальными замораживающими колонками. Холодильные машины были остановлены, а к сети циркуляции рассола подключили новую рассольную емкость объемом около 2 м³ с двумя электрическими нагревателями по 40 кВт каждый. Замораживающие колонки превратились в нагреватели грунта. Началось постепенное повышение температуры рассола 5°С через каждые 12 часов. После достижения температуры рассола 60°С повышение температуры прекратили. Общее время искусственного оттаивания длилось 18 суток. Наблюдение за процессом оттаивания продолжалось теми же термодатчиками в термоконтрольных колонках, которые использовались при замораживании грунтов. Закрепные пустоты, образовавшиеся при оттаивании грунта вокруг сбойки, затампонировали.

С использованием сжатого воздуха все замораживающие колонки освободили от рассола. Из оттаявшего грунта трубы замораживающих и термоконтрольных вертикальных колонок приподнимали гидравлическим домкратом на 0,5 м усилиями не более 14 тонн. Далее извлечение выполняли автокраном, разрезая трубы на куски длиной до 12 метров. Скважины сразу же заполняли глиноцементным раствором.

Обечайку шурфа освободили от рассолопроводов и лестницы. Внутри обечайки шурфа опустили цилиндрический арматурный каркас и с использованием скользящей опалубки произвели бетонирование шурфа.

Список литературы:

1. Федюкин В. А. Проходка стволов шахт способом замораживания М.: Недра. 1968. 352 с.
2. Богданов С. Н., Иванов О. П., Куприянова А. В. Холодильная техника. Свойства веществ: Справочник. М.: Агропромиздат. 1985. 208 с.

УДК 624.138

КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**В.А. Маслак¹, В.А. Марков¹, Л.М. Барсуков¹, Д.Ю. Артюхов¹, А.В. Уханов²**

1 – ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс», Санкт-Петербург, Россия

2 – ОАО «Метрострой», Санкт-Петербург, Россия

d_a@pisem.net

Строительство подземных объектов Санкт-Петербурга осуществляется в очень сложных инженерно-геологических условиях. Для обеспечения безопасности проходческих работ в неустойчивых водоносных грунтах требуется создание надежного противодиффузионного и прочностного ограждения.

Традиционно применяемая технология контурного замораживания грунтов обеспечивает необходимые условия для проходки тоннелей протяженностью более 100м. Сущность способа заключается в том, что вокруг выработки замораживающими скважинами создается сплошное и герметичное ледогрунтовое ограждение (ЛГО), принимающее на себя горное и гидростатическое давление и создающее условия для безаварийной проходки. Имеются надежные способы гидрогеологического, термометрического и акустического контроля за процессом замораживания и состоянием ЛГО. Однако, процесс замораживания вызывает пучение грунта и подъем дневной поверхности. Параллельно происходит процесс консолидации влаги в замораживаемом грунтовом массиве, что увеличивает его пористость и приводит к еще более значительным осадкам при последующем оттаивании.

1. Альтернативный способ закрепления грунтового массива - струйная технология, применяется для цементации грунтов вертикальными скважинами на глубину до 30м. Основным недостатком технологии струйного закрепления грунтов является отсутствие надежных оперативных средств контроля за качеством полученного грунтоцементного ограждения. В нем могут образоваться и остаться незамеченными участки с нарушенной сплошностью, что приводит к серьезным последствиям при проходке.

2. После сравнительного анализа обоих способов была рассмотрена возможность использования комбинированной технологии закрепления грунтов. В соответствии с ней, после формирования грунтоцементного ограждения и набора им необходимой прочности, внутри закрепленного массива выполняется замораживание, что обеспечит его гарантированную водонепроницаемость. При этом достигается минимизация таких побочных эффектов замораживания, как пучение грунта и послестроительные осадки.

3. Технология комбинированного закрепления грунтов впервые была успешно применена при строительстве эскалаторного тоннеля станции «Звенигородская» Петербургского метрополитена.

На первой стадии осуществлялось зональное закрепление грунтов методом струйной цементации через вертикальные скважины с дневной поверхности до границы кембрийских глин. На второй стадии производилось рассольное замораживание закрепленного грунтоцементного массива через наклонные скважины для создания противодиффузионного ограждения.

Для формирования контурного грунтоцементного ограждения эскалаторного тоннеля диаметром 10,5м и длиной около 100м было задействовано около 1800 вертикальных скважин. Толщина грунтоцементного контурного ограждения эскалаторного тоннеля составила 4м.

Рассольное замораживание грунтоцементного и грунтового массивов производилось после полного отвердевания и стабилизации температуры прочностного ограждения тоннеля. Наклонные замораживающие скважины диаметром 114мм в количестве 40 штук бурились с дневной поверхности после завершения работ по струйному закреплению таким образом, чтобы пройдя грунтоцементный массив зайти в геологический слой твердых глин на глубину не менее трех метров.

В конце 2009 года станция «Звенигородская» была сдана в эксплуатацию.

Уникальная работа была реализована в 2010-2011гг. на завершающем этапе строительстве защитных сооружений Санкт-Петербурга, более известных как «Дамба». Вблизи форта «Констан-

тин» необходимо было соорудить две вертикальные шахты дымоудаления ДУ-1 и ДУ-2 и горизонтальные ходки от них к ранее построенному подземному автодорожному тоннелю судопропускной системы, без чего весь объект не мог быть сдан в эксплуатацию. В дальнейшем над шахтами дымоудаления необходимо было построить вентиляционные здания на ленточном фундаменте. К строительству был привлечен «Метрострой», а проектирование заказали «Ленметрогипротрансу». Следует отметить факторы, затрудняющие работу:

- зона проходческих работ находилась ниже уровня Финского залива;
- наружная отделка автодорожного тоннеля покрыта специальной гидроизоляцией, целостность которой нельзя нарушить;
- процесс бурения цементационных и замораживающих скважин около тоннеля затруднен отходами его строительства, захороненными в грунте.

Для обеспечения безопасности проведения горнопроходческих работ, с целью избежать повреждений гидроизоляции тоннеля и неравномерных осадок под фундаментом вентиляционного здания была применена комбинированная технология закрепления грунтов, включающая технологии струйной цементации, азотного и рассольного замораживаний грунтов.

Схема закрепления грунтов на дамбе представлена на схеме (рис. 1). На первом этапе грунтовый массив был закреплен струйной цементацией, а конструкция шахтных стволов сформированы буросекущими сваями, в каждую вторую из них, при этом, были смонтированы замораживающие колонки. Замораживающие скважины густой сеткой были забурены в грунтоцементном массиве.

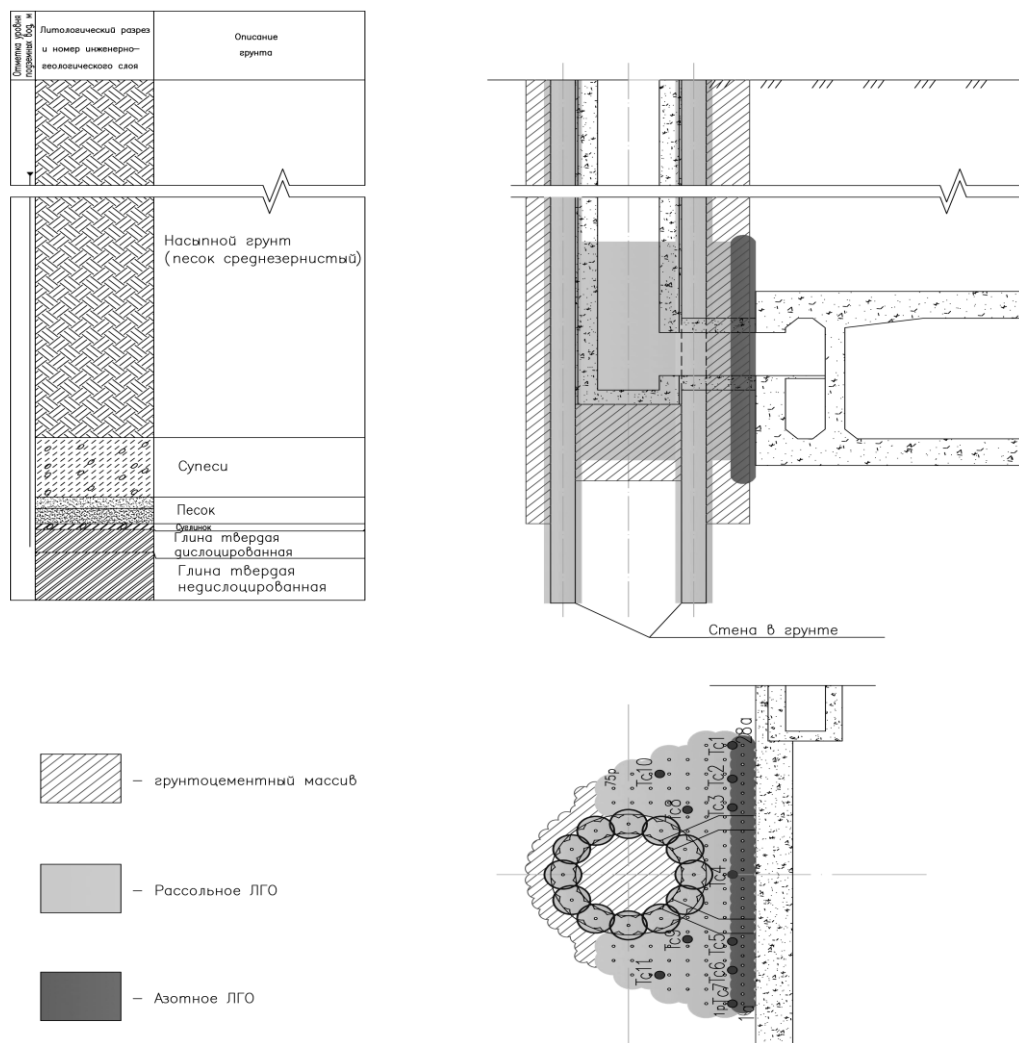


Рис. 1. Схема закрепления грунтов

Ближний к тоннелю ряд рабочих скважин был использован в качестве азотных, криогенный продукт позволил оперативно герметизировать сопряжение грунтоцементного массива с тоннелем, не оказывая на последний негативного воздействия. В дальнейшем все замораживающие

скважины были подключены к системе рассольного замораживания грунтоцементного массива. Динамика изменения температуры грунта в ходе работ по его закреплению приведена на графике (рис. 2)

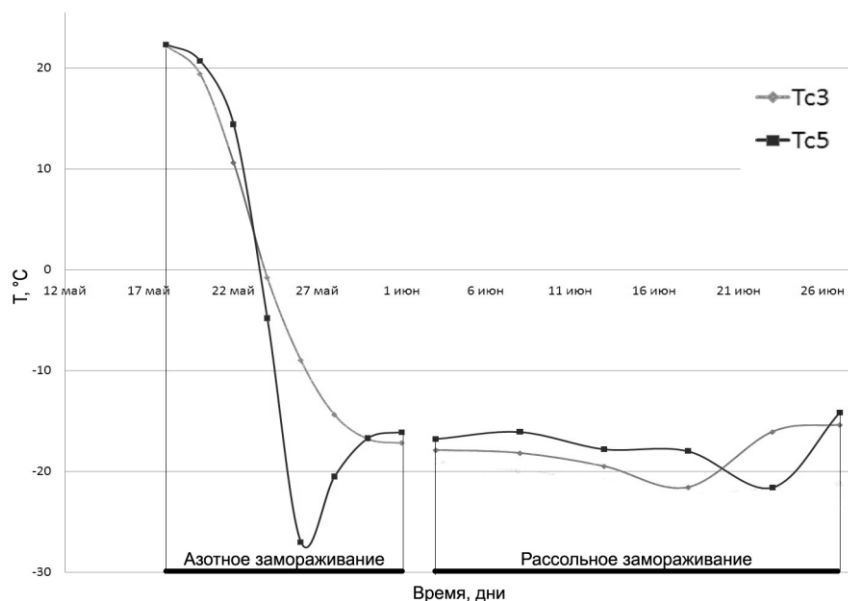


Рис. 2. График температур в термометрических скважинах Тс3 и Тс5

Под защитой вышеописанных специальных способов, успешно были осуществлены горно-проходческие работы по сооружению шахт дымоудаления и ходка, соединяющих их с подводным автодорожным тоннелем на Дамбе.

12 августа 2011г. тоннель и вся Дамба были сданы в эксплуатацию.

Проектированием технологических процессов закрепления грунтов в ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс» занимается отдел организации строительства. Кроме авторов это М.Э. Навольская, [М.О. Райнус], М.С. Светикова.

Список литературы:

1. Фролов А.Д. Электрические и упругие свойства мерзлых пород и льдов. Пущино: 2005.
2. Марков В.А. Барсуков Л.М. Комбинированная технология закрепления грунтов при сооружении эскалаторных тоннелей станций Петербургского Метрополитена. «МетроИнвест» №3 (22) 2006.
3. Безродный К.П., Маслак В.А., Марков В.А. и др. Комбинированная технология стабилизации грунтов при сооружении эскалаторных тоннелей станций Петербургского Метрополитена.: «Метро и тоннели» №5, ноябрь 2009.

УДК 621.575

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ДИАГРАММЫ ВОДНОГО РАСТВОРА БРОМИСТОГО ЛИТИЯ

О.А. Пинчук¹, С.В. Караван²

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – ОАО «Водоканал Инжиниринг», Санкт-Петербург, Россия

oapinchuk@yandex.ru

В водно-солевых абсорбционных термотрансформаторах (АТТ) практически применяется только водный раствор бромида лития. Для усовершенствования и расширения области применения АТТ необходимы надежные данные о термодинамических свойствах раствора бромида лития в максимально широком диапазоне температур и концентраций.

Цель настоящей работы заключалась в сопоставлении результатов расчетов интегральных энтальпий и энтропий образования водного раствора бромида лития, полученных разными авторами за счёт перевода их к единому началу отсчета, более удобному для теплотехнических расчетов АТТ. Расчеты всех термодинамических функций проводились для удельных величин, но в дальнейшем слово «удельная» будет опущено.

При использовании и проверке данных разных авторов часто возникают проблемы, связанные с произвольным выбором начала отсчета значений термодинамических функций, поскольку абсолютные значения для энтальпий и энергий Гиббса не известны ни при каких условиях. В случае интегральных энтальпий растворов – в качестве начала отсчета обычно удобно принимать такие положительные значения интегральных энтальпий чистых компонентов при нормальных условиях, при которых все значения интегральных энтальпий растворов жидкой фазы будут находиться в положительной области, например для двух компонентной системы $\text{H}_2\text{O}-\text{LiBr}$ при нормальных условиях (давление $1,013 \cdot 10^5$ Па и температура 273,15 К):

$$i_{01} = i_{02} = 400 \text{ кДж/кг}, \quad (1)$$

где i_{01} – интегральная энтальпия H_2O (ж), i_{02} – интегральная энтальпия LiBr (кр).

Для энтропии существует абсолютная шкала, поэтому энтропии растворов следует рассчитывать в абсолютной шкале из энтропий индивидуальных веществ [1].

В работе Chua и др. [2] представлен наиболее полный обзор экспериментальных данных о свойствах водных растворов бромида лития в диапазоне температур от 0 °С до 190 °С, а также расчеты интегральных энтропий и энтальпий растворов системы $\text{H}_2\text{O}-\text{LiBr}$. В качестве начала отсчета принято $i_{01} = i_{02} = 0$ и $S_{01} = S_{02} = 0$ (S_{01} – интегральная энтропия образования H_2O (ж), S_{02} – интегральная энтропия образования LiBr (кр)).

При таком начале отсчета одна часть диаграммы располагается в области положительных значений интегральных энтальпий (энтропий), а другая часть располагается в области отрицательных значений. Такое построение диаграмм затрудняет не только теплотехнические расчеты, но и сопоставление данных, полученных разными авторами. Для сравнения данных, представленных в работах [2] и [3] мы привели их к единому началу отсчета. Для интегральных энтальпий растворов выбрано $i_{01} = i_{02} = 400$ кДж/кг (см. условие (1)).

Принимая что ξ – массовая доля бромида лития в растворе, в качестве базовых изотерм $i(\xi)$ и $S(\xi)$ от которых производились дальнейшие расчеты, выбраны изотермы при стандартных условиях (давление $1,013 \cdot 10^5$ Па и температура 298,15 К), так как для этих условий имеется наибольшее количество экспериментальных данных. Интегральные энтальпии и энтропии образования растворов для концентрации $\xi = \text{const}$ при стандартных условиях рассчитаны по следующим уравнениям

$$i^{298,15} = (1 - \xi) i_{01}^{298,15} + \xi i_{02}^{298,1} + \Delta_s h^{298,15}, \quad (2)$$

и

$$S^{298,15} = (1 - \xi) S_{01}^{298,15} + \xi S_{02}^{298,15} + \Delta_s S^{298,15}, \quad (3)$$

где $\Delta_s h$ и $\Delta_s S$ – интегральные энтальпия и энтропия растворения соли в воде.

Энтропии растворения бромиды лития $\Delta_s S^{298,15}$ рассчитывались из фазового равновесия $\text{LiBr} \cdot 5\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow$ насыщенный раствор [1].

Значения интегральных энтальпий и энтропий растворов для температур отличных от 298,15 К рассчитывались с использованием данных по теплоёмкости.

Результаты расчетов интегральных энтальпий и энтропий от выбранных начал отсчета (i – условие (1), S – абсолютная шкала) для данных из работ [1-3] приведены на рисунках 1, 2 и 3. Как видно из рис. 1, на изотермах $i(\xi)$, расхождения в значениях энтальпий наблюдаются в области концентраций $(20 \pm 10) \%$ LiBr в растворах. Небольшие различия видны в области концентраций $(60 \pm 10) \%$.

На рис. 2. показана разница ΔS в значениях энтропии при 0 и t °С. Наибольшие различия лежат в области концентраций $(25 \pm 10) \%$, с повышением температуры ΔS увеличивается. Более полная информация может быть получена при сопоставлении энтропийных диаграмм (рис. 3). Минимумы на зависимостях $S(\xi)$ в области концентраций $(25 \pm 10) \%$ соответствуют данным из работы [2].

Из сопоставления рис. 1 и рис. 3 следует, что в области высоких концентраций бромиды лития сходимость данных вполне удовлетворительная для теплотехнических расчетов. Причина расхождений данных взятых из работ [2] и [3] в области низких и высоких концентраций может быть связана с различием в точности определения теплоемкостей растворов при различных концентрациях. Отметим, что авторами работы [2] при расчетах энтальпий и энтропий растворов для концентрации 50 % LiBr была учтена экспериментально измеренная теплоемкость растворов при разных температурах (использовались данные [4]), а в области разбавленных растворов температурная зависимость теплоемкости не учитывалась.

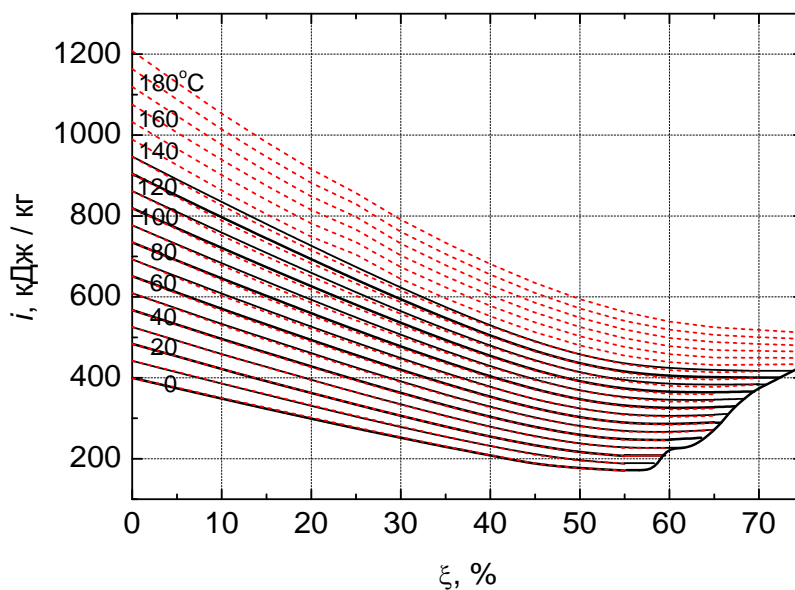


Рис. 1. Диаграмма энтальпия – температура – концентрация системы H_2O –LiBr (жидкая фаза). Сплошные линии – пересчет данных [3], пунктирные линии – пересчет данных [2]

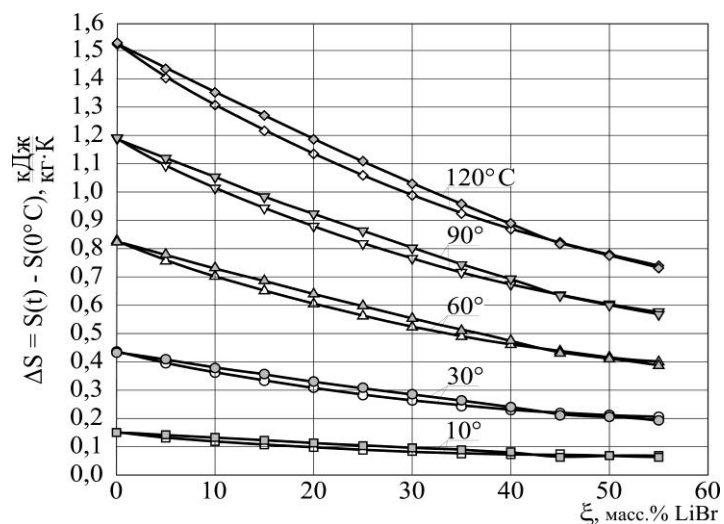


Рис. 2. Разница в значениях энтропий водных растворов бромида лития: светлые точки – ΔS рассчитаны из данных [2], а затемненные – из данных [1]

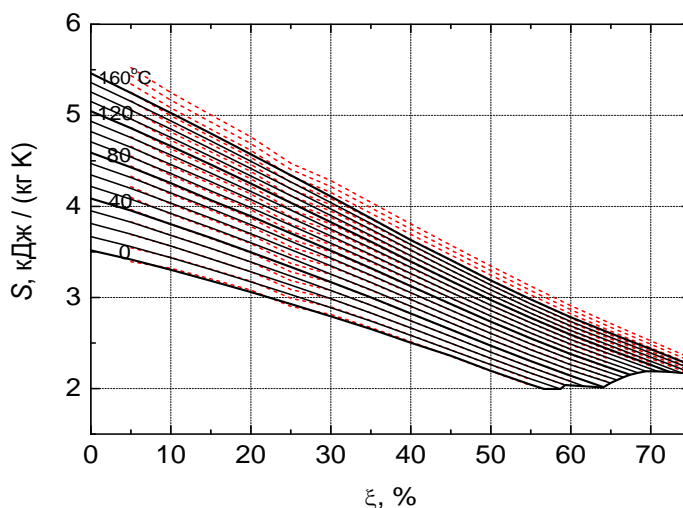


Рис. 3. Диаграмма энтропия – температура – концентрация системы $H_2O-LiBr$ (жидкая фаза). Пунктирные линии – пересчет данных [2], сплошные линии – пересчет данных [3]

Таким образом, предложенная методика приведения к единому началу отсчета основных термодинамических функций растворов полученных разными авторами, позволяет сопоставить и оценить правильность значений интегральных энтальпий и энтропий образования водных растворов соли, полученных разными методами. На основе предложенной методики построены энтальпийная и энтропийная диаграммы от единого начала отсчёта для данных, представленных в работах [1-3].

Список литературы:

1. Караван С.В., Орехов И.И., Филиппов В.К. «Энтропийная диаграмма водного раствора бромистого лития»// Холодильная техника, 1984. № 2. С. 41 – 45.
2. Chua H.T., Toh H.K., Malek A., Ng K.C., Srinivasan K. Improved thermodynamic property fields of $LiBr-H_2O$ solution. // Int J Refrig 2000. 23. P. 412 – 423.
3. Орехов И.И., Тимофеевский Л.С., Караван С.В. Абсорбционные преобразователи теплоты. Л.: Химия. 1989. 208 с.
4. Löwer H. Thermodynamische Eigenschaften und Wärme –Diagramm der binären Systems Lithiumbromid-Wässer. // Kältetechnik. 1961. № 5. p. 178 – 183.

УДК532.13; 661.725.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ СМЕСЕЙ ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА С НАНОЧАСТИЦАМИ ОКИСИ АЛЮМИНИЯ**В.З. Геллер, В.О. Грушко, Н.А. Шимчук**

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. Мартыновского В.С.Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса, Украина

vladimirgeller11@gmail.com

Результаты исследований свойств нанофлюидов (жидкостей с добавкой наночастиц), опубликованные в последние годы, показывают возможность существенного целенаправленного изменения их теплофизических и теплообменных характеристик по сравнению с традиционными рабочими веществами холодильных систем и систем кондиционирования воздуха. В ряде работ получено значительное увеличение теплопроводности (λ) и коэффициентов теплоотдачи при различных режимах течения в каналах различной формы и при фазовых переходах не только для нанофлюидов с наночастицами, обладающими высокой теплопроводностью (углеродные нанотрубки – $\lambda = 3000$ Вт/м²К, наночастицы высокотеплопроводных металлов, как например, золото или медь – $\lambda = 300\div 400$ Вт/м²К), но и для нанофлюидов с наночастицами окислов металлов ($\lambda = 20\div 40$ Вт/м²К). Возможность улучшения энергетических характеристик холодильных систем за счёт этого эффекта в настоящее время изучается.

Существуют и другие, пока менее исследованные преимущества нанофлюидов по сравнению с традиционными рабочими веществами холодильных машин. Так в работе [1] показано, что наночастицы TiO₂ могут быть использованы в качестве добавки для повышения растворимости минерального масла с HFC-хладонами, при этом улучшается возврат масла в компрессор и энергетические характеристики холодильной системы не уступают COP системы, использующей HFC-хладоны (в частности, R134a) и синтетические масла. Аналогичный результат был получен в работах [2, 3] и при сравнении COP холодильных систем, использующих R134a/POE масло и R134a/минеральное масло с наночастицами TiO₂. В работе [4] показано, что замена R134a/POE масло на R134a/минеральное масло с наночастицами Al₂O₃ приводит к уменьшению потребляемой холодильной машиной энергии на 2,4% и увеличению COP на 4,4%, а в работе [3] получено уменьшение энергопотребления и увеличению COP на 26% при добавлении 0,1% масс. наночастиц TiO₂ или Al₂O₃ по сравнению с традиционной системой R134a/POE масло. В работе [5] обнаружено существенное улучшение растворимости минерального холодильного масла при добавлении наночастиц NiFe₂O₄ с хладагентами R134a, R407C и R410A и в системах кондиционирования воздуха, при этом замена масла на основе полиолэстеров на минеральное масло с наночастиц NiFe₂O₄ привела к увеличению COP на 6%. Согласно данным [6], использование хладагента R600a с наночастицами TiO₂ приводит к уменьшению энергопотребления на 9,6%. Возможные причины указанного эффекта, заключаются в улучшении характеристик трения в компрессоре и увеличении коэффициентов теплоотдачи в испарителе и конденсаторе. Однако, детально эти причины исследованы не были.

Вязкость также является важной характеристикой для дизайна и оптимизации технологических теплообменных аппаратов, в которых циркулирует поток теплоносителя, поскольку это свойство определяет затраты энергии на прокачку теплоносителей и значительно влияет на эффективность процессов теплообмена. Вместе с тем, экспериментальные исследования вязкости нанофлюидов, проведенные к настоящему времени, весьма ограничены и разноречивы. Существующие методы расчёта вязкости нанофлюидов базируются, в основном, на модификациях модели Эйнштейна [7], в которой для расчета приведенной динамической вязкости η/η_0 (где η_0 – вязкость базовой жидкости) суспензий со сферическими твердыми частицами использованы феноменологические уравнения гидродинамики. Обзор этих модификаций, учитывающих несферичность наночастиц и их взаимодействие между собой, приведен в работе [8]. Проблемой этих уравнений является отсутствие универсальности (они применимы только к конкретным приложениям, например, наночастицы Al₂O₃ в воде) и физического смысла.

На рис. 1 в диаграмме приведенная динамическая вязкость – объёмная концентрация наночастиц представлены сравнения некоторых экспериментальных данных для систем вода/ Al_2O_3 и этиленгликоль/ Al_2O_3 , а также расчёта по классической модели Эйнштейна (А) и моделям Эйнштейна (В) и Бетчелора (С) [8], использующим эффективную концентрацию наночастиц.

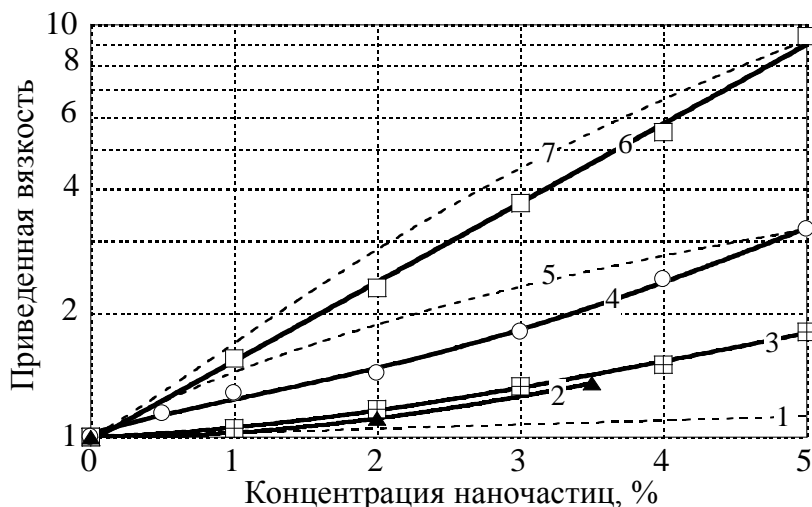


Рис. 1. Зависимость приведенной вязкости от объёмной концентрации наночастиц
 1 – А, 2 – этиленгликоль/ Al_2O_3 (28 nm) [9], 3 – вода/ Al_2O_3 (28 nm) [9], 4 – этиленгликоль/ Al_2O_3 (25 nm) [10], 5 –
 В, 6 – вода/ Al_2O_3 (25 nm) [10], 7 – С

Как видно из рис. 1, приведенная вязкость системы вода/ Al_2O_3 по данным работ [9] и [10] при объёмной концентрации наночастиц 5% отличается в 5 раз при практически одинаковом размере наночастиц. Главными причинами столь существенных расхождений являются различные методики приготовления нанофлюидов и их нестабильность во времени (агломерация и выпадение наночастиц в осадок).

Целью настоящей работы явилось экспериментальное исследование влияния наночастиц окиси алюминия на вязкость изопропилового спирта. При подготовке исследуемых образцов нанофлюидов особое внимание было уделено обеспечению их устойчивости во времени. Для системы изопропиловый спирт/ Al_2O_3 исходная концентрация наночастиц Al_2O_3 составляла 20% масс. До нужной концентрации эта смесь разбавлялась чистым изопропанолом, затем гомогенизировалась с использованием ультразвукового диспергатора и центрифугировалась. Средний размер наночастиц был определен методом динамического рассеяния света (лазерной корреляционной спектроскопии) и составил 50 нм.

Для измерения вязкости использован капиллярный метод (стеклянные вискозиметры типа ВПЖ-4). Вискозиметры были помещены в стеклянный сосуд Дьюара, температура в котором поддерживалась постоянной за счет прокачивания через теплообменник термостатирующей жидкости от термостата типа U-10. Для измерений использовались вискозиметры с диаметром капилляров 0,62 и 0,82 мм. Измерения проводились в диапазоне температур 30÷70 °С. Температура опыта определялась с помощью ртутного лабораторного термометра с ценой деления 0,1 К. Погрешность результатов измерений вязкости нанофлюидов не превышала 1,2 %. Результаты измерений кинематической вязкости (ν) и расчёта динамической вязкости (η) системы изопропиловый спирт/ Al_2O_3 (x_m – массовая концентрация наночастиц) приведены в табл. 1. Значения плотности для расчёта динамической вязкости определялись, согласно рекомендациям [11], путём аддитивного комбинирования удельных объёмов изопропилового спирта и Al_2O_3 .

Таблица 1

Вязкость изопропилового спирта с наночастицами Al_2O_3

t, °C	$x_m = 0,12\%$		$x_m = 5,0\%$		$x_m = 11,1\%$	
	$\nu \cdot 10^6, \text{ м}^2/\text{с}$	$\eta \cdot 10^3, \text{ Па}\cdot\text{с}$	$\nu \cdot 10^6, \text{ м}^2/\text{с}$	$\eta \cdot 10^3, \text{ Па}\cdot\text{с}$	$\nu \cdot 10^6, \text{ м}^2/\text{с}$	$\eta \cdot 10^3, \text{ Па}\cdot\text{с}$
30,0	2,42	1,03	4,18	1,85	6,00	2,81
50,0	1,45	1,04	2,33	1,74	3,39	2,67
70,0	0,948	1,06	1,37	1,59	1,91	2,34

Для описания полученных данных о кинематической вязкости составлено уравнение, позволяющее рассчитывать вязкость при различных температурах и концентрациях

$$\log \nu = \sum_{i=1}^1 \sum_{j=0}^2 a_{ij} t^i x_m^j, \quad (1)$$

где $a_{00}=7,001 \cdot 10^{-1}$, $a_{01}=6,434 \cdot 10^{-2}$, $a_{02}=-2,074 \cdot 10^{-3}$, $a_{10}=-1,080 \cdot 10^{-2}$, $a_{11}=-2,740 \cdot 10^{-4}$, $a_{12}=1,088 \cdot 10^{-5}$; x_m – массовая концентрация наночастиц, %; t – температура, °C. Сравнение экспериментальных данных и результатов расчета показало, что расхождения не превышают 4%.

Динамическая вязкость была обработана в виде зависимости приведенной вязкости η/η_0 от объёмной концентрации наночастиц (рис. 2).

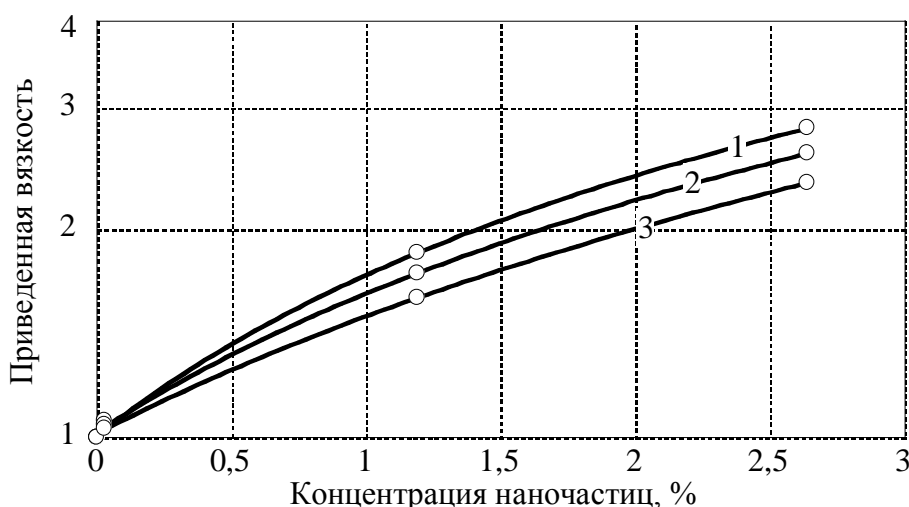


Рис. 2. Зависимости приведенной вязкости η/η_0 от объёмной концентрации наночастиц
1 – 30°C, 2 – 50°C, 3 – 70°C.

Как видно, изотермы приведенной динамической вязкости расслаиваются, т.е. эффект влияния наночастиц на вязкость зависит от температуры. Этот вывод согласуется с результатами исследования [12], проведенного в Национальном институте стандартов и технологий (США) методом вискозиметра с вибрирующим зондом для синтетического холодильного масла с наночастицами окиси меди. Возможно, с увеличением температуры и подвижности молекул кластеры наночастиц начинают распадаться, что приводит к уменьшению эффекта влияния наночастиц на вязкость базовой жидкости.

Для описания этого эффекта модель Эйнштейна была модифицирована путём введения температурной функции

$$\eta/\eta_0 = 1 + (8,24 \cdot 10^{-1} - 4,57 \cdot 10^{-3} t) x_{об}, \quad (2)$$

где $x_{об}$ – объёмной концентрации наночастиц, %; t – температура, °C.

Сравнение экспериментальных данных и результатов расчета по уравнению (2) показало, что расхождения не превышают 3%.

Список литературы:

1. Elcock D. Potential impacts of nanotechnology on energy transmission applications and needs / Environmental Science Division, Argonne National Laboratory. 2007. P.27 – 35.
2. Wang R. A refrigerating system using HFC134a and mineral lubricant appended with n-TiO2(R) as working fluids / Wang R, Xie H. // In: Proceedings of the 4th International Symposium on HVAC, Tsinghua University. 2003. P. 888 – 892.

3. Bi S. Application of nanoparticles in domestic refrigerators / Bi S., Shi L, Zhang L. // Applied Thermal Engineering. 2008. №28. P. 1834 – 43.
4. Peng H. Heat transfer characteristics of refrigerant-based nanofluid flow boiling inside a horizontal smooth tube / Peng H., Ding G., Jiang W. et al. // International Journal of Refrigeration. 2009. №32. P. 1259-1270.
5. Wang R. Use of nanoparticles to make mineral oil lubricants feasible for use in a residential air conditioner employing hydro-fluorocarbons refrigerants // WangR., WuQ., WuY. / Energy Buildings. 2010. Vol. 42 (11). P. 2111 – 2117.
6. Bi S. Performance of a domestic refrigerator using TiO₂-R600a nano-refrigerant as working fluid / Bi S., GuoK., LiuZ., WuJ. // Energy Conversion and Management. 2010. P. 306 – 311.
7. Einstein A. Investigation on theory of Brownian motion / Dover, New York. 1956. 119 p.
8. Wang X. A review on nanofluids – Part I: Theoretical and numerical investigations / Wang X., Mujumdar A. // Brazilian Journal of Chemical Engineering. 2008. Vol. 25. No 4. P. 613 – 630.
9. Wang X. Thermal conductivity of nanoparticle–fluid mixture / Wang,X.,XuX., ChoiS. //Journal of Thermophysics and Heat Transfer. 1999. №13. P. 474 – 480.
- 10 Turgut A. Preparation and characterization of nanofluids containing alumina particles / TurgutA., TavmanI., Cetin L. et al. // Proceedings of the International Symposium on Thermal and Materials Nanoscience and Nanotechnology / Antalya, Turkey. 2011. P. 192 – 200.
11. Wasp E. Solid-Liquid Flow Slurry Pipeline Transportation // Wasp E., Kenny J., Gandhi, R. / Series on Bulk Materials Handling. 1977. 1 (4). P. 56 – 58.
12. Kedzierski M. Viscosity and density of CuO nanolubricant / International journal of refrigeration. 2012. №35. P. 1997 – 2002.

УДК 535.434, 681.723.25, 621.564

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РАДИУСА НАНОЧАСТИЦ

Т.Л. Лозовский, Н.А. Шимчук, В.П. Железный

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. Мартыновского В.С.Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса, Украина

vzhelezny@mail.ru

Одним из направлений повышения энергетической эффективности холодильной техники [1], повышения коэффициентов теплопередачи в испарителе и конденсаторе [2], является внедрение нанотехнологий при создании новых альтернативных рабочих тел и теплоносителей на базе уже применяемых в холодильной технике веществ.

Проведенные в Одесской государственной академии холода (с 2012 г Одесской национальной академии пищевых технологий) исследования показывают перспективность применения нанотехнологий в холодильном оборудовании. Добавление наночастиц в жидкую фазу чистого вещества или смеси позволяет влиять на их теплофизические свойства (давление насыщенных паров, теплоемкость, вязкость, коэффициент поверхностного натяжения, температуры фазовых переходов и т.д. [3, 4]) что дает возможность создавать новые рабочие тела и теплоносители на основе уже применяемых в холодильной технике веществ.

Проведенный анализ работ посвященных исследованию теплофизических свойств и характеристик теплообмена одинаковых по составу нанофлюидов показывает, что могут быть получены противоречивые данные. Это объясняется сложностью рассматриваемой проблемы и многофакторностью влияния наночастиц на свойства нанофлюидов или теплообмен. Накопленный в лаборатории кафедры инженерной теплофизики опыт исследования свойств нанофлюидов позволяет отметить еще одну важную причину содержащихся в литературе противоречивых результатов. Как следует из проведенного анализа в большинстве опубликованных работ не уделяется достаточно внимания изменению сорбционных свойств наночастиц и, следовательно, структуры ионного слоя, формирующегося на поверхности наночастиц, с изменением температуры образца. С увеличением температуры способность наночастиц сорбировать молекулы базовой жидкости (или сурфактанта) уменьшается, что приводит к разрушению мицелл в коллоидном растворе (нанофлюиде). При этом вклад примесей наночастиц в изменение теплофизических свойств базовых жидкостей уменьшается. Поэтому к рекомендациям по использованию нанофлюидов в различных отраслях промышленности нужно относиться с определенной осторожностью, в том случае если авторы не указывают параметры их применения.

Для исследования изменения размеров ионного слоя на поверхности наночастиц в зависимости от температуры на кафедре инженерной теплофизики была создана установка для измерения гидродинамического радиуса мицелл. В основе установки лежит методика наблюдения броуновского движения частиц, размеры которых меньше длины волны видимого излучения, с помощью ультрамикроскопа [5, 6].

На рис. 1 представлена принципиальная схема установки. Небольшой объем исследуемого нанофлюида помещается в измерительную ячейку 9, снабженную окнами для освещающего и рассеянного пучков лазерного излучения. Ячейка 9 размещается в проточном термостате 10 (медный блок), через каналы которого циркулирует теплоноситель заданной температуры. В медном блоке 10 установлен пленочный платиновый термометр сопротивления с помощью которого измерялась температура ячейки 9.

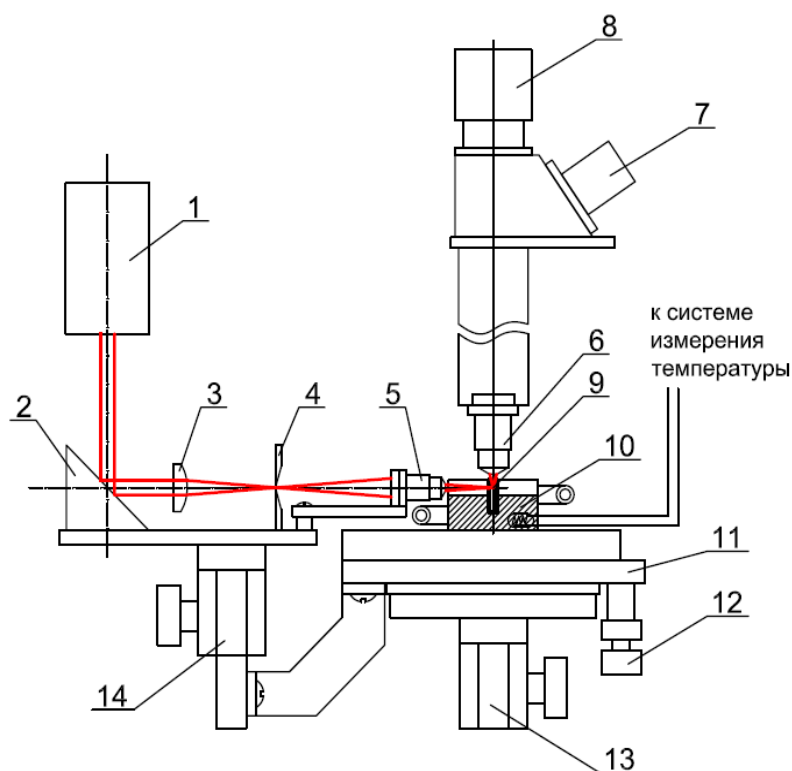


Рис. 1 Принципиальная схема экспериментальной установки для исследования гидродинамического радиуса наночастиц.

1 – лазерный модуль; 2 – диагональное зеркало; 3 – цилиндрическая линза; 4 – оптическая щель; 5 – объектив проецирующий изображение оптической щели в измерительную ячейку; 6 – объектив микроскопа; 7 – окуляр микроскопа для визуального наблюдения; 8 – видеокамера для регистрации броуновского движения наночастиц; 9 – измерительная ячейка; 10 – проточный термостат; 11 – предметный стол микроскопа; 12 – микровинты горизонтального перемещения предметного стола; 13, 14 – микровинты вертикального перемещения предметного стола и оптической системы 1-5

Для освещения исследуемого образца использовался плоский лазерный пучок формируемый оптической системой 1-5. В качестве генератора излучения использовался полупроводниковый лазерный модуль 1 (650 нм, 200 мВт). Для регистрации рассеянного в направлении, перпендикулярном освещающему пучку, света использовался микроскоп с иммерсионным объективом (100x) 6 и видеокамера 8.

Созданная установка позволяет проводить исследования в диапазоне температур образца от 10 °С до 80 °С. На каждой температуре записывается видеоролик с частотой 30 кадров/с. Который затем обрабатывается с помощью разработанного на кафедре программного обеспечения. На основе последовательности кадров определялось среднеквадратичное смещение частиц σ_x и σ_y . Затем воспользовавшись формулой Эйнштейна определялся гидродинамический радиус R_G наночастиц:

$$D = \left(\frac{\sigma_X + \sigma_Y}{2} \right)^2 \frac{1}{2\Delta\tau} = \frac{RT}{6N_A\pi R_G\eta} \Rightarrow R_G = \frac{RT}{6N_A\pi\eta} \cdot \frac{2\Delta\tau}{\left(\frac{\sigma_X + \sigma_Y}{2} \right)^2} \quad (1)$$

где D – коэффициент диффузии; $\Delta\tau = 1/30$ с – промежуток времени между последовательными кадрами; R – универсальная газовая постоянная; T – температура; N_A – число Авогадро; η – динамическая вязкость.

С помощью предложенной установки была измерена зависимость гидродинамического радиуса наночастиц от температуры для нанофлюоридизопропанол + Al_2O_3 .

Список литературы:

1. Bi S.S., Shi L., Zhang L.L. Application of nanoparticles in domestic refrigerators – Appl. Therm. Eng. №28, 2008. P.1834 – 1843.
2. Kedzierski M. A. Effect of CuO Nanoparticle Concentration on R134a-Lubricant Pool Boiling Heat Transfer – Micro-Nanoscale Heat Transfer International Conference. January 6–9, 2008: Proceedings Taiwan. N. Y. P. 1 – 8.
3. Никитин Д.Н., Приходченко Н.А., Грушко В.О., Зброжек В.О. Влияние примесей наночастиц на теплофизические свойства компрессорных масел и давление насыщенных паров растворов изобутан/масло – Холодильная техника и технология. Одесса.: №3 (131), 2011. С.31 – 38.
4. Грушко В.О., Зброжек В.О., Геллер В.З. Экспериментальное исследование теплопроводности и вязкости компрессорного масла ISO 9 с добавками наночастиц TiO₂ и Cu // Наукові праці ОНАХТ. Одеса, 2011. Вип. 39. Том 1. С:156 – 161.
5. Siedentopf H., Zsigmondy R. Annalen der Physik, 10, 1 (1903).
6. I. V. Fedosov, I. S. Nefedov, B. N. Khlebtsov, and V. V. Tuchin Measurements of the Diffusion Coefficient of Nanoparticles by Selective Plane Illumination Microscopy – Optics and Spectroscopy, 2009, Vol. 107, No. 6, pp. 846 – 852.

УДК 536.24

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ РАСТВОРА ИЗОБУТАН – КОМПРЕССОРНОЕ МАСЛО В ТРУБЕ

А.В. Мельник, В.П. Железный

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. Мартыновского В.С.Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса, Украина

melnik_odax@ukr.net

Для эффективного проектирования холодильного оборудования необходимо располагать информацией о количестве масла в хладагенте, которое циркулирует по контуру компрессорной системы, и его влиянии на процессы кипения реального рабочего тела (РРТ) в испарителе. Как показывают приведенные в работах [1-3] результаты исследований, присутствие даже незначительных примесей масла в хладагенте существенно влияет на интенсивность теплообмена и режимы течения кипящей жидкости в испарителе. Корректная количественная оценка этого влияния является сложной и не решенной до настоящего времени теплофизической задачей. Поэтому целью настоящего исследования является создание экспериментального стенда для комплексного изучения влияния примесей компрессорного масла на интенсивность теплоотдачи при кипении реальных рабочих тел в трубе.

С целью исследования влияния примесей масла на характеристики процесса кипения изобутана в испарителе, была создана экспериментальная установка, принципиальная схема которой представлена на рисунке 1.

Рабочий участок экспериментальной установки (испаритель), выполнен в виде гладкой U-образной трубки из нержавеющей стали (ГОСТ 9941-81) с внутренним диаметром $d_{in}=5.4 \text{ мм} \pm 0.05 \text{ мм}$, толщиной стенки $t=0.3 \text{ мм} \pm 0.05 \text{ мм}$ и шероховатостью $0.5-0.8 \text{ мкм}$. Длина рабочего участка испарителя составляла $L=1691 \text{ мм} \pm 2 \text{ мм}$. Испаритель разделен на девять секций. На границах каждой секции установлены медь-константановые термопары для измерения температур кипения жидкого РРТ и температуры стенки испарителя. Так же на каждой секции испарителя размещены дифференциальные термопары, которые необходимы для измерения разности температур между стенкой испарителя и кипящим рабочим телом в верхней и нижней точках испарителя.

В проведенных исследованиях в качестве рабочего тела использовался раствор изобутана (R600a) с компрессорным минеральным нефтяным маслом Reniso WF 15A. Информация о концентрации масла на входе в испаритель c_g получена при эксплуатационных испытаниях компрессоров бытовых холодильников производства ЗАО «Атлант» (г. Минск), работающих на рабочем теле R600a/Reniso WF 15A. Проведенные испытания показывают, что концентрация масла перед дроссельным устройством изменяется от 1 до 2% [4].

На разработанной авторами экспериментальной установке были проведены исследования локальных коэффициентов теплоотдачи при давлении кипения рабочего тела на входе в испаритель - $p_o=0.680 \text{ бар} \pm 0.009 \text{ бар}$. Удельный тепловой поток - q варьировался от 2716 до 3824 Вт/м². Массовая скорость РРТ G изменялась в диапазоне от 17.25 до 23.45 кг/(м²·с). Измерение параметров процесса кипения рабочего тела производилось только после достижения равновесных процессов в испарителе: постоянный расход рабочего тела, неизменные во времени показания манометров и ЭДС установленных на рабочем участке термопар и дифференциальных термопар.

Для определения локальной степени сухости РРТ в испарителе $x_{r,o}^{local}$ необходимо обладать информацией об его энтальпии на входе в испаритель - $h_{r,o}^{inlet}$, которая определялась из диаграммы $lgP-h$ для рабочего тела R-600a/RenisoWF 15A при концентрации масла перед дроссельным устройством $c_g=2\%$ [4]. В качестве исходной информации использовались экспериментальные данные о температуре кипения РХМ и давлении на входе в испаритель.

Коэффициент теплоотдачи α в настоящем исследовании определялся двумя способами. Первый соответствует кипящему раствору в нижней части трубы, а второй – локальный – определенной точке на внутренней поверхности трубы.

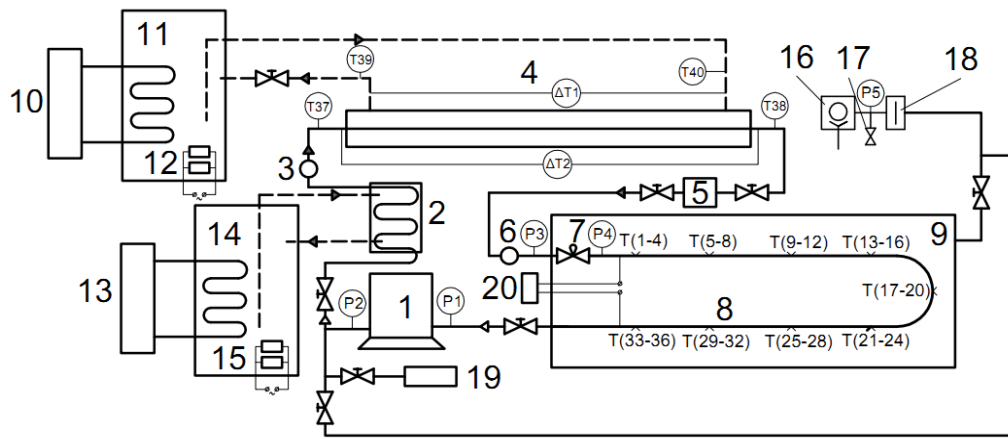


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки для исследования теплообмена при кипении РРТ в трубе:

1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3,6 – смотровое окно; 4 – калориметрический расходомер; 5 – фильтр-осушитель; 7 – дроссельное устройство; 8 – испаритель; 9 – вакуумная камера; 10,13 – холодильная машина; 11,14 – термостат; 12,15 – нагреватель; 16 – вакуумный насос; 17 – натекагель; 18 – вакуумная ловушка; 19 – заправочный балон; 20 – источник постоянного тока.

На рисунке 2 приведены экспериментальные данные о коэффициенте теплоотдачи при кипении рабочего тела R-600a/Reniso WF 15A в различных секциях рабочего участка при нескольких тепловых нагрузках и параметрах РРТ в испарителе.

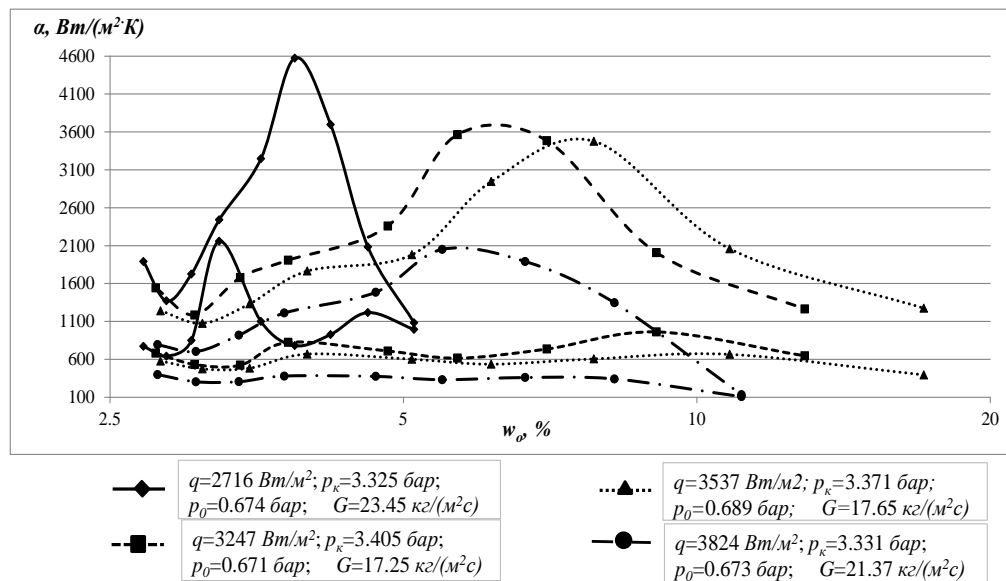


Рис. 2. Изменения локальных коэффициентов теплоотдачи в верхней и нижней частях испарителя в зависимости от концентрации масла в РХМ

Из приведенных рисунков следует, что с увеличением тепловой нагрузки на испаритель коэффициент теплоотдачи при кипении РРТ уменьшается. Этот эффект, повидимому, обусловлен формированием вблизи внутренней стенки испарителя обогащенного маслом малоподвижного, ввиду увеличения вязкости, пограничного слоя РХМ. Этот слой обладает значительным термическим сопротивлением, что снижает интенсивность кипения РРТ в испарителе.

Проведенные исследования показывают, что интенсивность теплообмена в нижней части трубы значительно выше чем в верхней, что указывает на расслоенный режим течения РРТ в испарителе.

По мере увеличения степени сухости РРТ в испарителе концентрация масла в кипящем РРХ увеличивается, что приводит к возрастанию вязкости РХМ [5]. При этом тонкий слой обогащенного маслом РХМ покрывает практически всю внутреннюю поверхность трубы. Дополнительное термическое сопротивление этого слоя РХМ приводит к уменьшению коэффициента теплоотдачи.

Следует также отметить, что высокие тепловые потоки способствуют возрастанию температурных напоров, что так же приводит к образованию насыщенного маслом слоя примыкающего к поверхности испарителя. Все рассмотренные выше эффекты оказывают негативное влияние примесей масла в хладагенте на процессы кипения РРТ в испарителе.

Вместе с тем можно констатировать, что при изученных параметрах кипения РРТ в трубе небольшая концентрация масла в РХМ (от 3 до 5 %) может способствовать возрастанию коэффициента теплоотдачи при низких степенях сухости РРТ. Однако, как отмечается в работе [6] этот эффект не наблюдается при высоких тепловых потоках.

На определенных степенях сухости РРТ наблюдался экстремальное значение коэффициента теплоотдачи при кипении в потоке, которое по мнению [5] связано с началом «осушения» верхней части поверхности трубы. Кроме того ряд авторов связывают увеличение среднего по сечению трубы коэффициента теплоотдачи при кипении РРТ с явлением пенообразования. Данный эффект приводит к увеличению объема жидкости в трубе и обеспечивает улучшение смачиваемости поверхности теплообмена. Пенообразование обычно наблюдается при низких и средних степенях сухости и интенсифицируется при увеличении тепловой нагрузки и концентрации масла. Вместе с тем ряд авторов [7], этот вывод считают не вполне корректным, так как эффект пенообразования в кипящем потоке может наблюдаться при высоких концентрациях масла и высоких степенях сухости. Результаты проведенного исследования (см. рисунок 2) подтверждают мнение этих авторов.

Проведенные экспериментальные исследования показывают, что влияние примесей масла на процессы кипения РХМ в испарителе носят многофакторный характер. Коэффициент теплоотдачи при кипении РРТ зависит от концентрации примесей масла в хладагенте, тепловой нагрузки, процессов пенообразования, расхода и режима течения рабочего тела в испарителе.

Список литературы:

1. Thome J. R. Boiling of new refrigerants: A state-of-the-art review // International Journal of Refrigeration-*Revue Internationale du Froid*. 1996. v 19. p. 435 – 457.
2. Filho E.P., Cheng L., Thome J.R. Flow boiling characteristics and flow pattern visualization of refrigerant/lubricant oil mixtures // International Journal of Refrigeration. 2009. v 32. p. 185 – 202.
3. Wei W., Ding G., Hu H. Influence of lubricant oil on heat transfer performance of refrigerant flow boiling inside small diameter tubes. Part 1: Experimental study. // Experimental Thermal and Fluid Science. 2007. v 32. p. 67–76.
4. Рабочие тела пароконденсаторных холодильных машин: свойства, анализ, применение: моногр. / В.П. Железный, Ю.В. Семенюк. Одесса: Феникс, 2012. 420 с.
5. Kattan N., Thome J.R., Favrat D. Flow boiling in horizontal tubes: Part 1 – development of a diabatic two-phase flow pattern map // Journal of heat transfer-Transactions of the ASME. 1998a. v 120. p. 140 – 147.
6. Hambraeus K. Heat transfer coefficient during two-phase flow boiling of HFC134a. // International Journal of Refrigeration-*Revue Internationale du Froid*. 1991. v 14. p. 357 – 362.
7. Critical literature review of lubricant influence on refrigerant heat transfer and pressure drop. Final report. / B. Shen, E. Groll HVAC&R Research, 2003. p. 199.

УДК 536.24

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ Al_2O_3 НА ОТРЫВНОЙ ДИАМЕТР ПУЗЫРЬКА ПРИ КИПЕНИИ ИЗОПРОПАНОЛА В СВОБОДНОМ ОБЪЕМЕ

А.Г. Никулин, Ю.В. Семенюк, Н.Н. Лукьянов, Т.Л. Лозовский

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. Мартыновского В.С. Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса, Украина

arteomng@gmail.com

Кипение является наиболее эффективным процессом передачи теплоты в различного рода терморегулирующем оборудовании. В частности, интенсивность кипения определяет эффективность теплообменного оборудования в холодильных машинах, тепловых насосах и тепловых трубах. Одним из современных методов интенсификации процессов теплообмена в холодильном оборудовании является применение новых рабочих тел с более совершенными теплопередающими свойствами, например, нанофлюидов.

Как показывает проведенный анализ, нанофлюиды обладают большим потенциалом для улучшения теплообмена в аппаратах холодильного оборудования, и, в целом, повышения его энергетической эффективности [1]. Следует выделить несколько недостаточно изученных на сегодня особенностей передачи теплоты в нанофлюидах: большая теплопроводность нанофлюидов по сравнению с базовой жидкостью [2]; неоднозначное (при различных параметрах) влияние наночастиц на теплоотдачу в однофазном потоке [3]; неоднозначное влияние наночастиц на теплоотдачу при пузырьковом кипении [4]; более высокая критическая плотность теплового потока при кипении [5]. Кроме того, на процесс кипения может существенно повлиять изменение структуры и шероховатости теплопередающей поверхности, происходящее вследствие оседания на ней наночастиц [6].

Цель настоящей работы заключалась в изучении влияния наночастиц на интенсивность процесса пузырькового кипения в свободном объеме. Объектом исследования являлись модельные растворы изопропанола с наночастицами Al_2O_3 . Образцы нанофлюидов были приготовлены путем смешивания изопропанола с исходным стабильным нанофлюидом (CAS 70-21-29), содержащим 20 масс. % наночастиц Al_2O_3 . Средний размер наночастиц составлял 50 нм. Опыты проводились на специально созданной экспериментальной установке, реализующей метод свободной циркуляции вещества по замкнутому контуру. Кипение жидкости происходило в цилиндрической измерительной ячейке, снабженной боковыми плоскопараллельными смотровыми окнами, через которые производилась кино- и фотосъемка кипящей жидкости. Рабочим участком (поверхностью нагрева) являлся тонкостенный капилляр с толщиной стенки 0,1 мм, изготовленный из нержавеющей стали, диаметром 2 мм и длиной 730 мм. Электрическая мощность, подводимая к рабочему участку от стабилизированного источника постоянного тока, определялась компенсационным методом с использованием образцовой катушки сопротивления. Средняя температура поверхности рабочего участка определялась по сопротивлению внутреннего термометра - протянутой через капилляр электроизолированной платиновой проволоки диаметром 0,1 мм. Температура кипящей жидкости измерялась медным термометром сопротивления. Температурный напор определялся как разность показаний внутреннего термометра рабочего участка и медного термометра сопротивления с использованием данных, полученных при их совместной градуировке, которая производилась по образцовому термометру сопротивления ПТС-10, с погрешностью измерения температуры не выше 0,02 К. Все измерения осуществлялись цифровым мультиметром Rigol 3064. Перед каждым экспериментом исследуемые образцы жидкостей подвергались тщательной деаэрации.

Опыты проводились при постоянных температурах кипения 60 и 75 °С. Были исследованы кривые кипения чистого изопропанола и двух нанофлюидов изопропанол+ Al_2O_3 с массовыми концентрациями наночастиц 0,05 и 0,1 % в диапазоне плотности теплового потока (7,5...35) кВт/м².

По оценке авторов, полные погрешности измеренных величин не превышают: для температурного напора – 0,2 К; для плотности теплового потока – 1,5 %; для коэффициента теплоотдачи – 5 %.

Проведенный анализ кривых кипения показывает, что наличие наночастиц в жидкости приводит к повышению коэффициента теплоотдачи на (10...26) % при плотностях теплового потока (7,5...12) кВт/м². Однако этот эффект снижается с повышением температуры нанофлюида, плотности теплового потока и концентрации наночастиц. При высоких плотностях теплового потока в нанофлюидах наблюдается снижение коэффициента теплоотдачи (на (10...15) % при 35 кВт/м²) по сравнению с чистым изопропанолом.

Как известно, отрывной диаметр пузырька является важным параметром, определяющим интенсивность теплообмена при кипении [7]. Поэтому одна из основных задач исследования заключалась в получении информации о количестве и размерах пузырьков путем обработки фотографических изображений кипящей жидкости.

Обработка фотографий производилась при помощи программного обеспечения AutoCAD. Для этого полученные снимки добавлялись в рабочую зону программы как растровое изображение, на границу фотоизображения пузырька накладывался эллипс, и вычислялась площадь фигуры F_s , ограниченной этим эллипсом. Диаметр изображения пузырька d_o принимался равным диаметру круга с площадью F_s . Масштаб M определялся как отношение известного диаметра рабочего участка к его диаметру, измеренному на фотографии. Действительный диаметр пузырька D_o рассчитывался как произведение $D_o = M \cdot d_o$. Некоторые результаты обработки фотоизображений пузырьков приведены на рисунке 1.

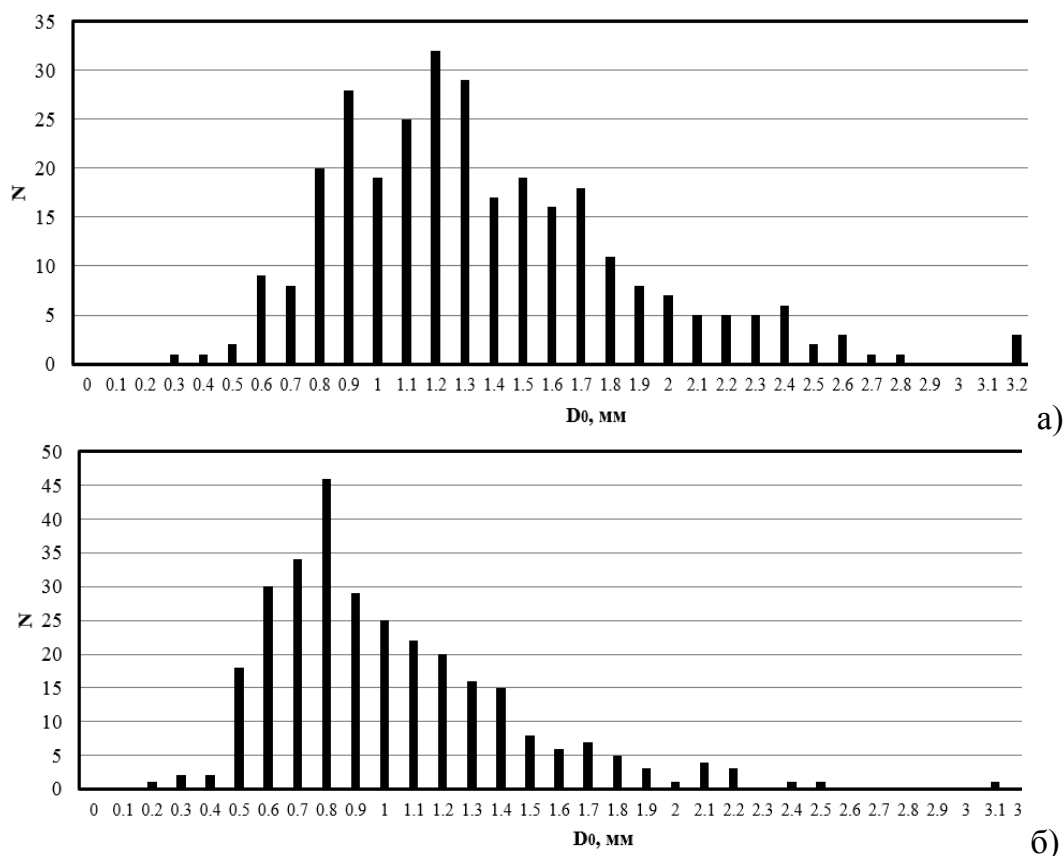


Рис. 1. Распределение величины отрывного диаметра пузырьков D_0 по их количеству N при температуре кипения $t = 60$ °С и плотности теплового потока 16,4 кВт/м²: а) – изопропанол; б) – изопропанол+ Al_2O_3 (массовая концентрация наночастиц $\chi = 0,05$ %)

Полученные данные подвергались статистической обработке с целью определения наиболее вероятного отрывного диаметра пузырька, характерного для каждого из режимов кипения. Результаты этой обработки приведены на рисунке 2, где представлены значения медиан распределений диаметров пузырьков.

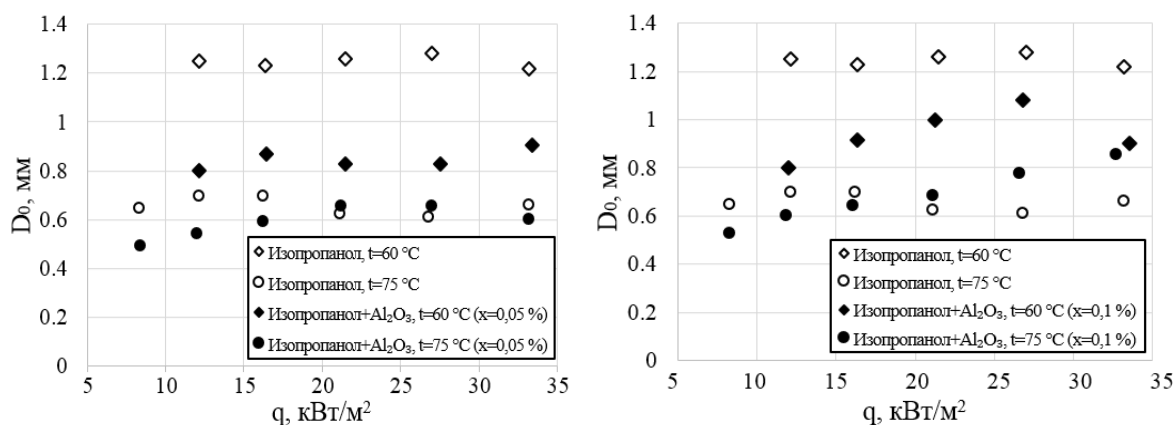


Рис. 2. Отрывной диаметр пузырьков при кипении изопропанола и нанофлюидов изопропанол+Al₂O₃

Из представленных результатов видно, что отрывные диаметры пузырьков в нанофлюидах и в базовой жидкости могут существенно отличаться. Их величина определяется как температурой и плотностью теплового потока, так и концентрацией наночастиц в изопропаноле. При этом зависимость отрывного диаметра от того или иного параметра не всегда однозначна. В частности, при температуре кипения 60 °С величина D_0 в нанофлюидах всегда меньше, чем в чистом изопропаноле. При температуре кипения 75 °С в области низких тепловых потоков отрывные диаметры пузырьков для нанофлюида меньше, чем для базовой жидкости. Однако по мере увеличения теплового потока в нанофлюиде отрывные диаметры возрастают и становятся большими, чем в чистом изопропаноле.

В докладе приводится объяснение обнаруженных эффектов с использованием информации о теплофизических свойствах нанофлюидов. Однако следует констатировать, что требуется проведение дополнительных исследований, которые должны быть направлены на изучение влияния наночастиц на образование паровых пузырьков с учетом шероховатости поверхности нагревателя, плотности центров парообразования и других факторов.

Список литературы:

1. Naphon P. Experimental investigation of titanium nanofluids on the heat pipe thermal efficiency / P. Naphon, P. Assadamongkol, T. Bororak // *Int. Commun. Heat Mass. Transfer*. 2008. Vol. 35. P. 1316 – 1319.
2. Nikitin D., Zhelezny V., Grusko V., Ivchenko D. Surface tension, viscosity, and thermal conductivity of nanolubricants and vapor pressure of refrigerant/nanolubricant mixtures // *Estern-European Journal of enterprise technogies*, 2012. 5/5 (59). P.12 – 17.
3. Xuan Y. Investigation on convective heat transfer and flow features of nanofluids / Y. Xuan, Q. Li // *J. Heat Transfer*. -2003.-Vol. 125. P.151 – 155.
4. Trisaksri V. Nucleate pool boiling heat transfer of TiO₂R141b nanofluids / V. Trisaksri, S. Wongwises // *Int. J. Heat Mass. Transfer*. 2009. Vol. 52. P. 1582 – 1588.
5. Kim H. Experimental study on CHF characteristics of water-TiO₂ nano-fluids / H. Kim, J. Kim, M. Kim // *Nuclear Engineering and Technology*. 2006. Vol. 38. P. 61 – 68.
6. Kim S. J. Effects of nanoparticle deposition on surface wettability influencing boiling heat transfer in nanofluids / S. J. Kim, I. C. Bang, L. W. Hu // *Applied Physics Letters*. 2006. Vol. 89, Art. 153107.
7. Толубинский В.И. Теплообмен при кипении. Киев: Наук. Думка, 1980. 316 с.

УДК 530.17:544.169

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАЛОИЗУЧЕННЫХ ХЛАДАГЕНТОВ И РАСТВОРОВ ХЛАДАГЕНТ/МАСЛО

В.П. Железный, А.С. Никулина

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. Мартыновского В.С. Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса, Украина

markwartas@mail.ru

В литературе для расчета теплофизических свойств веществ содержатся разнообразные корреляции и феноменологические методики. Среди них наиболее широкое применение получили методы, основанные на структурно-аддитивном определении некоторых свойств с использованием информации о строении химического соединения. Однако, для расчета теплофизических свойств веществ в широких интервалах параметров состояния (на линии насыщения, в паровой и жидких фазах) эти методики обычно не могут быть использованы по нескольким причинам. Во-первых, структурно-аддитивные методы разработаны не для всех теплофизических свойств и только для чистых веществ. Применительно к мультикомпонентным растворам неопределенного состава эти методы не применяются. Во-вторых, как показывают исследования проведенные авторами, структурные доли (инкременты) зависят от температуры. В-третьих, предложенные корреляции, в которых используется идеология структурно - аддитивного подхода, остаются термодинамически не согласованными. Поэтому проблема прогнозирования свойств веществ, с использованием ограниченного объема исходной информации до сих пор остается не решенной.

Таким образом, большая часть предложенных методов расчета термодинамических свойств и коэффициентов переноса разработана для индивидуальных углеводородов (в рамках определенных гомологических рядов), либо смесей определенного состава. Поэтому их использование для расчета теплофизических свойств таких сложных термодинамических систем как растворы хладагентов в маслах, газовые конденсаты, нефти и т.п. в большинстве случаев остается невозможным.

Общие принципы прогнозирования термодинамических свойств сложных, мультикомпонентных систем неопределенного состава остаются практически не разработанными. Вместе с тем в промышленности используется большое количество рабочих веществ, теплоносителей, растворов, промежуточных продуктов синтеза и т.д., детальный состав которых остается для потребителей неизвестным. Поэтому когда речь идет о таких сложных системах как масла, растворы хладагентов в маслах, нефти, газовые конденсаты, продукты их переработки, применение даже хорошо разработанных методик представляет сложную задачу.

Сложившаяся ситуация в обеспечении промышленности справочными данными о свойствах технически важных веществ затрудняет процедуру решения сложных технологических задач ориентированных на повешение показателей эффективности оборудования и, в целом, несомненно, сдерживает технологический прогресс. До последнего времени в литературе практически отсутствовали методики, которые были бы построены на общих принципах прогнозирования теплофизических свойств веществ в широких интервалах параметров состояния.

В настоящем докладе авторы для расчета плотности на линии кипения - ρ , поверхностного натяжения - σ , вязкости - η , давления насыщенных паров - P_s , капиллярной постоянной - a^2 и критических параметров предлагают использовать новую методику прогнозирования - SP-QSPR (skaling principles - quantitative structure-property relations). В основу этой методики положено использование малокоэффициентных уравнений расширенного скейлинга (1) - (6):

$$a^2 = a_0 \cdot t^{n \cdot \psi(t)}; \quad (1) \quad \sigma = \sigma_0 \cdot t^{\mu \cdot f(t)}; \quad (2)$$

$$\ln(n) = \ln(n_c) + B_n \cdot \Omega^{\beta \cdot F(\Omega)}; \quad (3) \quad \ln \omega' = B_1 \cdot \Omega^{\beta_1 \cdot F_1(\Omega)}; \quad (4)$$

$$\rho' - \rho'' = \rho_0 \cdot t^{\beta \cdot F(t)}; \quad (5) \quad \ln(1/\pi_s) = \alpha_R \cdot \Omega + b \cdot \Omega^c, \quad (6)$$

где a^2 – капиллярная постоянная; ρ – плотность; n – показатель преломления; σ – поверхностное натяжение; $a_0, \rho_0, \sigma_0, B_1, B_n$ – амплитуды, характеризующие индивидуальные свойства веществ; α_R, b – индивидуальные коэффициенты, определяемые из опытных данных; $c = 2,64$; $\Omega = \ln(T_c/T)$ и $t = 1 - T/T_c$ – приведенные температуры; n, β, μ – критические показатели степени; $\psi(t), f(t), F(t), F_1(\Omega), F(\Omega)$ – универсальные кроссоверные функции; $\pi_S = P_c/P_S$ – приведенное давление; $\omega' = \rho'/\rho_c$ – приведенная плотность насыщенной жидкости; T_c, ρ_c, P_c – критические температура, плотность и давление.

Наибольшим достоинством предложенной модели является возможность её адаптации к прогнозированию теплофизических свойств сложных термодинамических систем. В этом случае значение структурно - аддитивных свойств и комплексов не рассчитываются суммированием инкрементов, что предполагает наличие информации о мультикомпонентном составе объекта исследования. Расчет структурно аддитивных комплексов и свойств производится в рамках модели одножидкостного приближения из ограниченных данных о таких характеристических параметрах как: плотность, давление, вязкость и поверхностное натяжение.

В докладе показано, что такие структурно - аддитивные комплексы как амплитуда - ρ_0 , паракор $[P_c]$, реакор, амплитуда для мольной рефракции - $[R_c]$ функционально связаны между собой, что позволяет рассчитывать указанные свойства на линии кипения в широком интервале температур с использованием ограниченной информации, которая обычно содержится в CAS registry number. Более того, амплитуда ρ_0 является одной из трех констант уравнения Кессельмана, которое нашло широкое применение для прогнозирования термодинамических свойств веществ в жидкой фазе. Расчет плотности пара на линии конденсации основан на использовании корреляции, в которой ортобарические плотности функционально связаны между собой.

В результате проведенного исследования впервые установлены аналитические зависимости между паракором $-[P]_c$, ортокором (мольный объем жидкости при температуре кристаллизации) – Or , мольной рефракции $-[R]_c$, мольным объемом при нормальной температуре кипения - V_{nb} и критическими амплитудами для плотности - $[V]_0 = M/\rho_0$ и поверхностного натяжения - σ_0 , мольной рефракции в критической точке - $[R]_c$ от критического мольного объема - V_c [1] (см. таблицу 1).

Таблица 1

Соотношения между конститутивными комплексами и мольным критическим объемом веществ

	Or	R_c	$[P]_c$	V_0	V_c	V_{nb}
Or	–	$8,467 \cdot Or$ AAD=3,8	$2,467 \cdot Or$ AAD=4,1	$0,815 \cdot Or$ AAD=2,4	$3,212 \cdot Or$ AAD=3,1	$1,269 \cdot Or$ AAD=6,6
R_c	$0,1181 \cdot R_c$ AAD=3,8	–	$0,2914 \cdot R_c$ AAD=1,8	$0,09625 \cdot R_c$ AAD=3,0	$0,3795 \cdot R_c$ AAD=1,8	$0,1499 \cdot R_c$ AAD=3,3
$[P]_c$	$0,4053 \cdot [P]_c$ AAD=4,2	$3,432 \cdot [P]_c$ AAD=1,9	–	$0,3304 \cdot [P]_c$ AAD=3,0	$1,302 \cdot [P]_c$ AAD=2,4	$0,5145 \cdot [P]_c$ AAD=4,2
V_0	$1,227 \cdot V_0$ AAD=2,4	$10,39 \cdot V_0$ AAD=2,9	$3,027 \cdot V_0$ AAD=2,9	–	$3,942 \cdot V_0$ AAD=2,1	$1,557 \cdot V_0$ AAD=5,7
V_c	$0,3113 \cdot V_c$ AAD=3,1	$2,635 \cdot V_c$ AAD=1,8	$0,768 \cdot V_c$ AAD=2,3	$0,2537 \cdot V_c$ AAD=2,1	–	$0,3951 \cdot V_c$ AAD=4,7
V_{nb}	$0,788 \cdot V_{nb}$ AAD=6,8	$6,671 \cdot V_{nb}$ AAD=3,4	$1,944 \cdot V_{nb}$ AAD=4,4	$0,6423 \cdot V_{nb}$ AAD=5,9	$2,531 \cdot V_{nb}$ AAD=4,8	–

Как отмечается в ряде работ [2, 3] мольный критический объем, является фундаментальным термодинамическим параметром, который связан с микрообъемом молекулы и характерным параметром длины. В работе [3] автор утверждает, что критический объем определяется в первую очередь составом молекулы, а не её структурой. Причем, в современных методах точность прогнозирования мольного критического объема является высокой. Из чего следует, что перспективы предложенной для расчета теплофизических свойств углеводородов модели SP-QSPR определя-

ются качеством установленных корреляций между структурно-аддитивными свойствами (комплексами) и мольным критическим объемом.

С целью повышения качества расчета теплофизических свойств веществ и обеспечения термодинамической согласованности конститутивных величин определены инкременты для значений паракора, ортокора, мольного критического объема, мольной рефракции в критической точке и критической амплитуды для плотности жидкой фазы - $[V]_o$ для углеводородов и их галоидопроизводных. Относительная погрешность расчета конститутивных комплексов с использованием структурных инкрементов не превышают, соответственно: $\delta Or \pm 2.5\%$, $\delta R_c \pm 3.41\%$, $\delta [P]_c \pm 3.5\%$, $\delta V_o \pm 1.9\%$, $\delta V_{nb} \pm 2.6\%$. С учетом погрешности использованной при расчетах исходной информации о теплофизических свойствах хладагентов, точности значений их критических параметров данное согласование следует признать вполне удовлетворительным.

В результате проведенного исследования авторами предлагается алгоритм, программа и результаты прогнозирования теплофизических свойств веществ, перспективных для применения в холодильной технике (R245ca, R245fa, R236ea, R236ca, R254cb, R365mfc). Расчеты плотности, давления насыщенных паров, вязкости, капиллярной постоянной и поверхностного натяжения выполнены в широких интервалах параметров состояния (ρ - $0.05 \leq t \leq 0.5$; P - $0.05 \leq t \leq 0.4$; η - $0.1 \leq t \leq 0.4$; σ - $0.1 \leq t \leq 0.4$).

В качестве исходной информации использовались данные о плотности ρ на линии кипения в окрестности температуры нормального кипения ($-15 \leq T_{nb} \leq +15$), M - молекулярной массе химического соединения, P_{nb} , σ_{nb} - давлении насыщенных паров и поверхностном натяжении при T_{nb} и значениях вязкости объектов исследования при двух температурах. Предложена программа для прогнозирования теплофизических свойств растворов хладагент/масло (R600a/ХМИ Azmol, R600a/Reniso WF-15 и R245fa/Planetelf ACD 100FY), в которой используется следующая исходная информация: данные о плотности ρ' при $T = 290-320\text{K}$, молекулярной массе хладагента и масла, данные о давлении насыщенных паров РХМ, вязкости и поверхностном натяжении при температурах $T = 290-320\text{K}$ (при двух концентрациях масла в хладагенте).

В докладе приведены результаты верификации предложенной программы расчета теплофизических свойств для хорошо изученных хладагентов и рассчитаны свойства для недавно синтезированных хладагентов R245ca, R245fa, R236ea, R236ca, R254cb, R365mfc и для растворов хладагент/масло (R600a/ХМИ Azmol, R600a/Reniso WF-15 и R245fa/Planetelf ACD 100FY).

Список литературы:

1. Железный В.П., Сеченых В.В., Семенюк Ю.В., Маркварт А.С. Модель SP-QSPR для прогнозирования физико-химических свойств веществ на линии насыщения кипения. Часть 1- Холодильная техника и технология. 2011. № 2. с. 8 – 16.
2. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей: Пер. с англ. Л.: Химия, 1982. 592 с.
3. Филиппов Л.П. Методы расчета и прогнозирования свойств веществ. М.: Изд-во МГУ, 1988. 252 с.

УДК 533.1

НОВАЯ МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ И ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ МАЛОИЗУЧЕННЫХ ХЛАДАГЕНТОВ

Т.Д. Шестова, Т.Л. Лозовский, В.П. Железный

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. Мартыновского В.С.Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса, Украина

shestova_tatyana@mail.ru

Параметры фазовых равновесий и поверхностные свойства на границе раздела фаз являются одними из важнейших термодинамических свойств, которые влияют на показатели эффективности технологических процессов.

Несмотря на большое количество опубликованных экспериментальных и теоретических работ, посвященных изучению фазовых равновесий жидкость-пар и поверхностного натяжения жидкостей, знания об этих свойствах являются одними из наиболее востребованных. В связи с этим возникает необходимость в разработке новых термодинамических моделей расчета свойств чистых веществ и растворов, применение которых возможно с использованием минимального объема доступной или корректно полученной экспериментальной информации.

Поэтому одной из задач данного исследования является разработка новой методики определения коэффициентов кубического УС Пенга–Робинсона, для определения которых требуется ограниченный объем исходной информации. В качестве такой информации для компонентов раствора могут рассматриваться данные приведенные CAS registry number, или ограниченная информация о плотности в жидкой фазе растворов в ограниченном интервале температур.

В качестве объекта исследования было рассмотрено кубическое УС Пенга–Робинсона [1]:

$$P = \frac{RT}{v-b} - \frac{a(T)}{v^2 + 2bv - b^2}, \quad (1)$$

где T – температура, К; P – давление, Па; v – мольный объем, м³/моль; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); $a(T)$ – температурная зависимость, учитывающая силы притяжения между молекулами, b – коэффициент УС, который различными авторами интерпретируется по-разному (поправка на объем молекул, эффективный молекулярный объем, исключенный объем), м³/моль.

Предлагается новая методика определения коэффициента b в уравнении (1), в соответствии с которой его значение функционально связано с мольным объемом при нормальной температуре кипения [2] и может быть рассчитано по формуле:

$$b = 0.6423 \cdot v_{nb}, \quad (2)$$

где v_{nb} – мольный объем при нормальной температуре кипения.

В результате проведенного анализа информации о коэффициенте a для хладагентов метанового и этанового рядов (R11, R113, R114, R22, R23, R32, R152A, R12, R13, R14, R115, R116), рассчитанной из данных приведенных в [3] предложено следующее уравнение для расчета температурной зависимости коэффициента $a(t)$:

$$a(t) = (A + B \cdot \exp(t))^2, \quad (3)$$

где $t = 1 - T/T_c$ – приведенная температура.

Для расчета коэффициента A уравнения (3) предложена корреляция:

$$A = -0.048 + 0.019 \cdot \frac{T_{nb}}{\ln(T_{nb})} - 78.414 \cdot \psi^2 + 635.176 \cdot \psi^3, \quad (4)$$

где T_{nb} – нормальная температура кипения, ψ – фактор сложности межмолекулярного взаимодействия [4]. Значение ψ – фактора для различных веществ может быть рассчитано без использования критических параметров по уравнению:

$$\psi = 0.1 \cdot \ln(T_{nb}) - 0.122 \cdot \ln(v_{nb}) + 0.006. \quad (5)$$

Использование ψ – фактора позволяет применять данную методику для описания фазовых равновесий веществ с различной степенью полярности без существенного повышения погрешности расчета.

Коэффициент B из уравнения (3) находят на основе информации о давлении насыщенных паров при нормальной температуре кипения T_{nb} .

Для проверки прогностических возможностей уравнения Пенга-Робинсона (с коэффициентами, рассчитанными по предложенной методике) был выполнен расчет давления насыщенных паров различных хладагентов. На рисунке 1 показаны относительные δP_s отклонения рассчитанных значений давления насыщенных паров веществ от данных [3] при различных значениях приведенной температуры $t=1-T/T_c$.

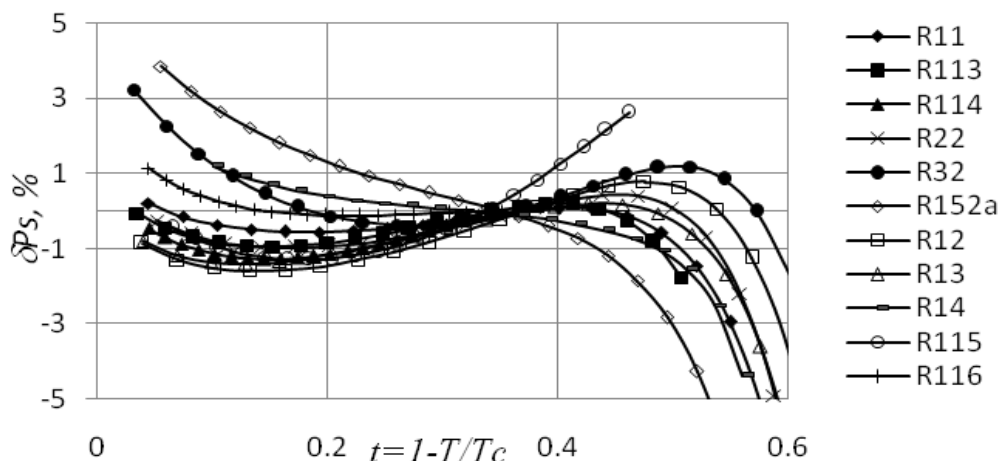


Рис. 1. Относительные отклонения рассчитанных значений давления насыщенных паров от данных [3] для некоторых хладагентов

Для прогнозирования поверхностных свойств использована градиентная теория неоднородных жидкостей, которая была впервые разработана Ралеем [5] и Ван-дер-Ваальсом [6] в 1908. Единственными исходными параметрами градиентной теории являются плотность свободной энергии Гельмгольца однородной жидкости и так называемый параметр влияния неоднородности среды. Плотность свободной энергии Гельмгольца может быть вычислена в рамках любой термодинамической модели. В данной работе для определения параметров парожидкостного равновесия и плотности свободной энергии Гельмгольца использована вышеописанная модификация уравнения Пенга-Робинсона.

Другим особо важным параметром градиентной теории является параметр влияния неоднородной среды. Авторы разработали новую корреляцию для определения параметров влияния с использованием уравнений (1-5). Параметр влияния для каждого хладагента (R11, R12, R13, R14, R113, R114, R115, R116, R125, R134a, R142b, R152a, R21, R22, R23, R32, R218, RC318, R600a, бутан) рассчитывался из соотношения

$$k = \frac{1}{2} \left[\frac{\sigma}{\int_{\rho_V}^{\rho_L} \sqrt{\rho \cdot [\mu(\rho) - \mu_s] - [P(\rho) - P_s]} d\rho} \right]^2 \quad (6)$$

где μ_s, P_s – химический потенциал и давление насыщенных паров объемной фазы, $\mu(\rho), P(\rho)$ – химический потенциал и давление в поверхностном слое, σ – табличные справочные данные по поверхностному натяжению [3].

Анализ температурной зависимости полученных значений k из ур. (6) привел к следующему выражению для расчета комплекса K в диапазоне приведенных температур $0.35 \leq t = 1 - T/T_c \leq 0.95$:

$$K = \exp\left(A + B \cdot t + \frac{C}{t^2}\right), \quad (7)$$

где $K = \frac{\left(\frac{k(T)}{k_{T_{nb}}}\right)^{\frac{1}{3}}}{a(T) \cdot b^{\frac{2}{3}} \cdot T_{nb}}$, $k(T)$ – параметр влияния при температуре T , $k_{T_{nb}}$ – параметр влияния при

нормальной температуре кипения T_{nb} , a , b – коэффициенты кубического УС, индивидуальные коэффициенты A , B , C для каждого из рассмотренных веществ.

Выполненный анализ показывает, что коэффициент A в уравнении (7) может быть рассчитан с использованием информации о нормальной температуре кипения T_{nb} и ψ – факторе

$$A = 19.443 - 3.393 \cdot \ln(T_{nb}) + 11.002 \cdot \psi. \quad (8)$$

Значение коэффициента B может быть рассчитано с использованием информации о коэффициентах УС Пенга-Робинсона

$$B = A - \ln\left(\frac{1}{a(T_{nb}) \cdot b^{\frac{2}{3}} \cdot T_{nb}}\right) \cdot t^{-1}. \quad (9)$$

Значение последнего коэффициента C в уравнении (7) может быть определено из условий равенства нулю поверхностного натяжения в критической точке.

В рамках верификации разработанной модели прогнозирования поверхностных свойств был выполнен расчет поверхностного натяжения различных хладагентов. На рисунке 2 представлены абсолютные отклонения рассчитанных значений поверхностного натяжения для некоторых хладагентов от данных приведенных в [3].

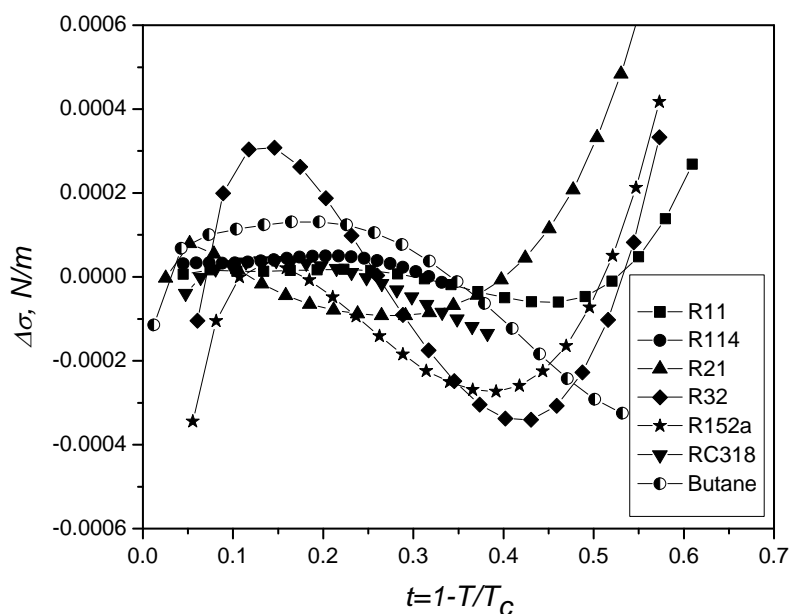


Рис.2. Абсолютные отклонения рассчитанных значений поверхностного натяжения нескольких хладагентов от данных приведенных в [3]

Предложенная в статье модель прогнозирования поверхностного натяжения веществ позволяет с использованием минимального объема исходной информации (давление насыщенных паров, молекулярная масса вещества – M ; мольный объем жидкой фазы при нормальной температуре кипения – v_{nb} ; нормальная температура кипения – T_{nb} , значение поверхностного натяжения при температуре нормального кипения – σ) рассчитывать указанное свойство в широком интервале температур $t=(0.1-0.55)$ с погрешностью соизмеримой с точностью экспериментального исследования.

Список литературы:

1. Peng, D.Y., Robinson, D.B. A new two-constant equation of state *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.* (1976). 15. 59 – 64.
2. В.П. Железный, В.В. Сеченых, Ю.В. Семенюк, А.С. Маркварт. Модель SP-QSPR для прогнозирования физико-химических свойств веществ на линии насыщения кипения. Часть 1 // Холодильная техника і технологія, № 2 (130), 201. С. 8 – 16.
3. E.W. Lemmon, M.O. McLinden, and M.L. Huber. NIST standard reference database 23, REFPROP Ver. 7.0 (2002).
4. Морачевский А.Г., Сладков И.Б. Физико-химические свойства молекулярных неорганических соединений (экспериментальные данные и методы расчета): Справ. изд. — 2-е изд., перераб. и доп. СПб. : Химия, 1996. 312 с.
5. Lord Rayleigh. On the Theory of Surface Forces. - II. Compressible Fluids // *Phil. Mag.* – 1892. - Vol. 33, № 201. P.209 – 220.
6. J.D. Van der Waals, Ph. Kohnstamm. *Lehrbuch der Thermodynamik* // Maas and van Suchtelen. - Leipzig, 1908. Vol. 1. P. 207.

УДК 544.344.015.4

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ Al_2O_3 НА ТЕМПЕРАТУРУ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА**Н.А. Шимчук, П.В. Борзенков, Т.Л. Лозовский, В.П. Железный**

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. Мартыновского В.С.Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса, Украина

nikola_collizzey@ukr.net

В качестве объекта исследования были рассмотрены модельные системы: чистый изопропиловый спирт и приготовленные на его основе нанофлюиды с различными массовыми концентрациями наночастиц Al_2O_3 . Изучение теплофизических свойств данных модельных систем необходимо для оценки влияния наночастиц на параметры фазовых равновесий рабочих тел и теплоносителей с добавками наночастиц, перспективных для применения в холодильной технике.

Основным элементом установки для исследования температуры кристаллизации является измерительная ячейка (1), представляющая собой массивный медный цилиндр со встроенным платиновым термометром сопротивления (2) (рис. 1). Его показания через каждую секунду регистрировались мультиметром (6) и записывались в виде термограммы на персональный компьютер (7). Измерительный узел установки помещался в сосуд Дьюара с жидким азотом (5). Для уменьшения коэффициента теплоотдачи между измерительной ячейкой и парами азота, медный цилиндр помещался в вакуумную камеру (4). Вакуумная система состоит из криогенной ловушки (9), вакуумметра (10), натекателя (11) и форвакуумного насоса (12). Регулирование темпа охлаждения (нагрева) осуществлялось с помощью нагревателя (3) намотанного на внешней поверхности измерительной ячейки, к которому подводится ток от источника питания (8). Для быстрого охлаждения измерительной ячейки предусмотрен газовый тепловой ключ, за счет подачи газообразного гелия в вакуумную камеру из баллона (13). При охлаждении (нагревании) измерительного узла установки парами жидкого азота, исследуемое вещество (нанофлюид) претерпевает фазовый переход.

Исследования температуры плавления нанофлюидов проводились на разных концентрациях Al_2O_3 в изопропанол: 0%; 0,024%; 0,05%; 0,1%; 0,24%; 0,48%; 0,75%. Образцы приготавливались в стеклянной колбе путем добавления чистого (99,8%) изопропилового спирта CAS 67-63-0 к исходному нанофлюиду (CAS 1344-28-1 - 20% наночастиц Al_2O_3 в изопропиловом спирте) с последующей ультразвуковой диспергацией. Средний размер наночастиц в приготовленных нанофлюидах составлял 50 нм. Концентрация наночастиц в спирте рассчитывалась по формуле:

$$x_{Al_2O_3} = \frac{0.2 \cdot m_{20\%}}{m_{20\%} + m_c}, \quad (1)$$

где m_c и $m_{20\%}$ – массы чистого изопропилового спирта и 20% раствора изопропилового спирта с наночастицами Al_2O_3 соответственно.

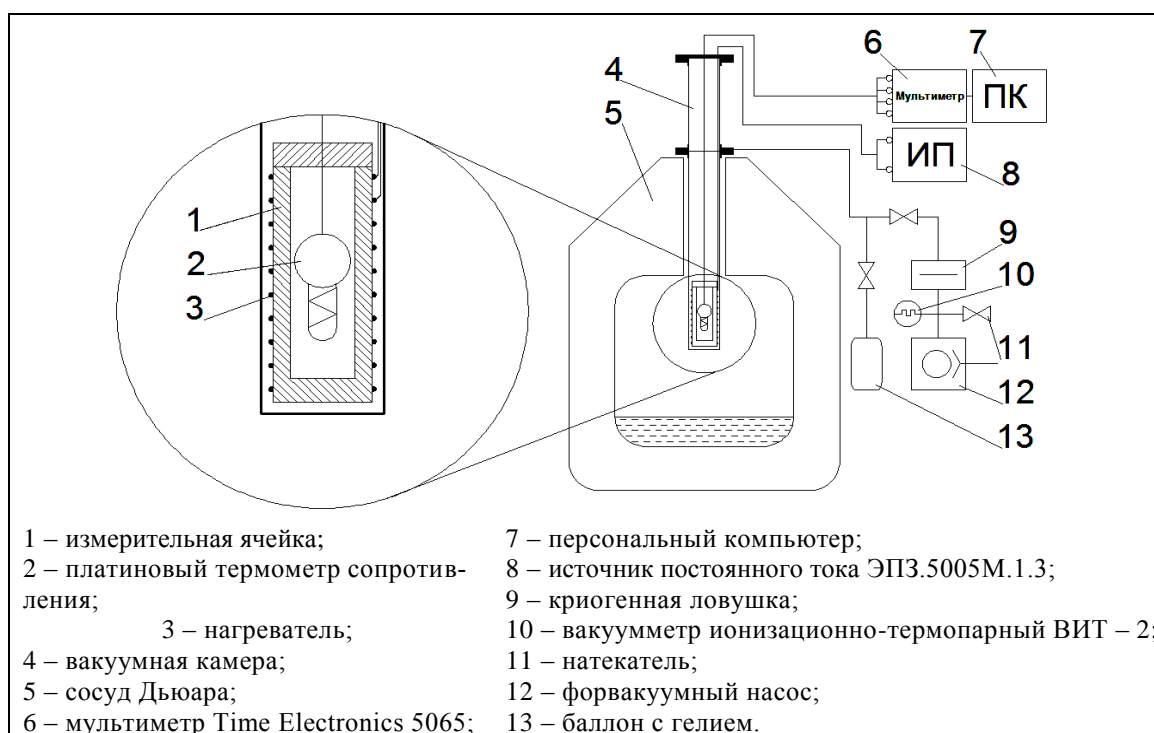


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для исследования температуры кристаллизации

Перед проведением исследования изопропанол и наноизопропанол были деаэрированы с целью очистки образца от неконденсирующихся примесей. Степень чистоты компонентов контролировалась универсальным лабораторным рефрактометром ИРФ-23. Перед заправкой каждый образец нанофлюида подвергался двухэтапному ультразвуковому диспергированию на протяжении 15 минут. Заправка исследуемых образцов изопропилового спирта осуществлялась с помощью шприца. Количество компонентов (изопропанол и наноизопропанол), заправленных в измерительную ячейку, определялось по изменению массы заправочного шприца. Взвешивание шприца осуществлялось на аналитических весах AND GR-300 с погрешностью $5 \cdot 10^{-7}$ кг. После чего ячейка помещалась в вакуумную камеру, где осуществлялось ее терморегулирование. Критерием наступления стационарного режима охлаждения (нагрева) измерительной ячейки являлся монотонный характер изменения значений производной температуры по времени. В эксперименте реализовывался монотонный режим разогрева образца.

На первом этапе выполненных исследований для нахождения температуры кристаллизации определяли точку перегиба на термограмме при охлаждении образца. Однако эта методика не позволяла получать воспроизводимые результаты ввиду сильного влияния скорости охлаждения образца на его переохлаждение в метастабильном состоянии. Проведенные исследования показывают, что тепловые эффекты при кристаллизации образца из состояния метастабильной жидкой фазы зависят от степени переохлаждения нанофлюида, что приводит к шумовым эффектам затрудняющим идентификацию фазового перехода жидкость – твердое тело. Значительно более воспроизводимые результаты определения температуры фазового перехода были получены при нагреве образца (фазовый переход твердое тело-жидкость).

Измерения температуры фазового перехода проводились многократно с целью уменьшения влияния случайных погрешностей. Высокий класс точности весов, и чистота рассмотренных компонентов обеспечили хорошую воспроизводимость результатов исследования.

Результаты проведенных исследований демонстрирует рис. 2, на котором приведена зависимость температуры плавления от нормализованного времени (безразмерное время - отношение промежутка времени прошедшего от начала фазового перехода к полной длительности фазового перехода). Использование нормализованного времени позволяет оценивать влияние скорости разогрева образца на температуру фазового перехода твердое тело-жидкость.

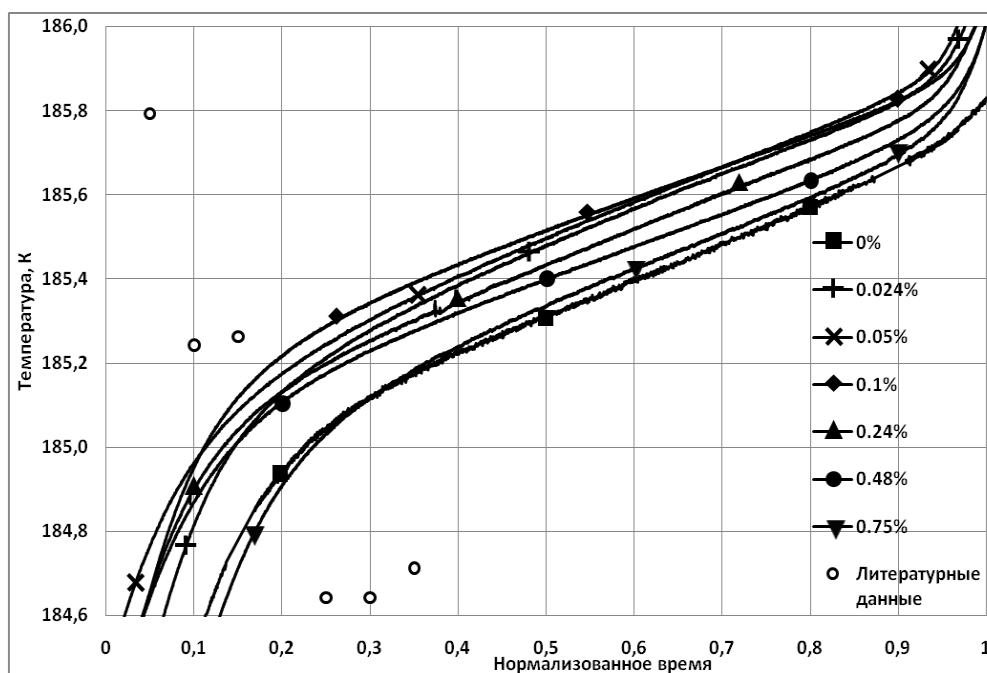


Рис. 2. Термограмма процесса плавления образцов нанофлюидов при разных концентрациях

На всех полученных термограммах выделялся участок фазового перехода, который всегда был наклонным ввиду наличия незначительных примесей в изопропиловом спирте. Причем неизотермичность фазовых переходов для чистого спирта и нанофлюидов оставалась практически неизменной, что указывает на отсутствие в образцах сурфактантов. Авторами была предложена новая методика определения температуры плавления, суть которой заключается в нахождении минимума производной функции описывающей полученные термограммы (определение точки перегиба термограммы на участке фазового перехода). Результаты выполненного исследования влияния наночастиц Al_2O_3 на температуру плавления изопропилового спирта приведены на рис. 3.

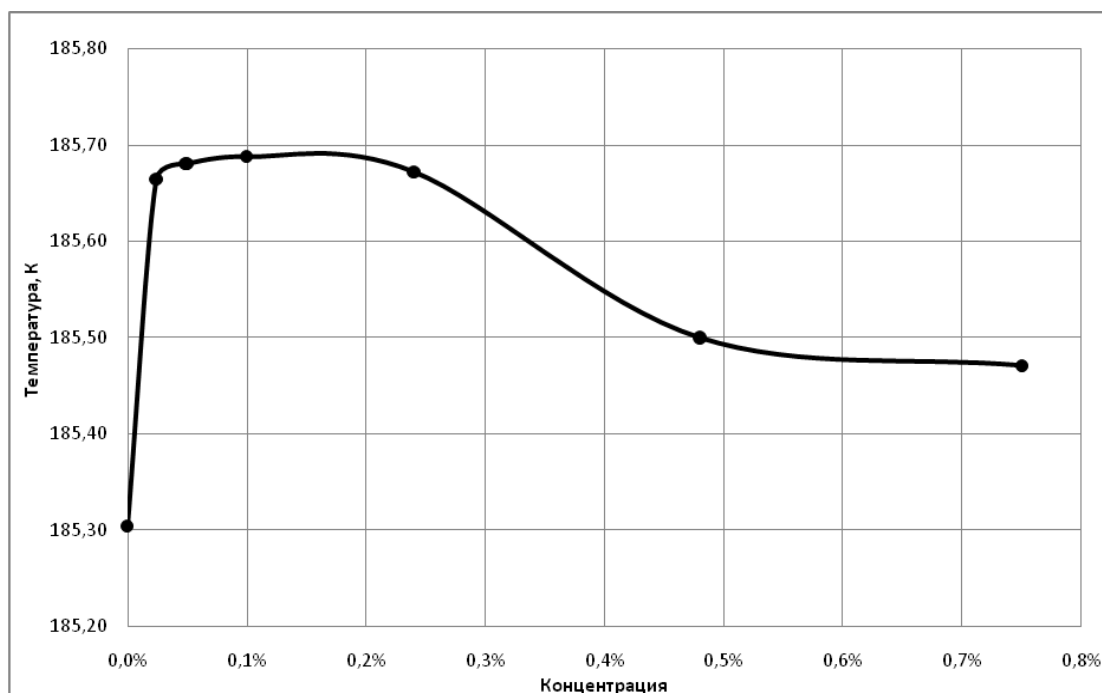


Рис. 3. Зависимость изменения температуры плавления изопропилового спирта от массовой концентрации наночастиц Al_2O_3

Проведенные исследования показывают, что наличие примесей наночастиц в спирте влияет на параметры фазового перехода. Причем этот эффект носит сложный характер, что, по-видимому, связано с формированием различных по размеру кластеров в гетерогенном коллоидном растворе.

Предложенная методика определения температуры плавления веществ прошла детальную верификацию. На рис. 2 приведены результаты исследования температуры плавления чистого изопропилового спирта, которые были получены другими авторами. Отклонения данных других авторов от полученных в настоящей работе не превышают погрешности экспериментальных исследований.

УДК 621.564:629.463.125

**РАЗРАБОТКА НОВЫХ СМЕСЕВЫХ
ХЛАДАГЕНТОВ НА БАЗЕ АММИАКА****М.Г. Хмельнюк, С.П. Ясинский**

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. Мартыновского В.С.Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса, Украина

yasinskiy20@ukr.net

Принятие Монреальского и Киотского протоколов, ограничивающих применение в холодильной технике рабочих тел, негативно влияющих на окружающую среду, привело к необходимости поиска новых либо применения существующих экологически чистых рабочих тел. В настоящее время активно рассматривается вопрос возвращения к использованию природных холодильных агентов, в том числе диоксида углерода и аммиака.

Аммиак, как известно, обладает неоспоримыми преимуществами по сравнению с фреонами благодаря своей высокой теплоте фазового перехода и низкой стоимости. Однако у аммиака имеются и некоторые недостатки, препятствующие его широкому применению: горючесть, токсичность, неудовлетворительная растворимость с традиционными маслами, высокая температура конца сжатия и несовместимость с цветными металлами. Однако всем его отрицательным свойствам противостоят эффективные методы их устранения.

Одно из наиболее перспективных направлений, позволяющих повысить показатели аммиачных холодильных машин – формирование новых смесевых хладагентов на основе аммиака. Для улучшения свойств рабочего тела было предложено применение аммиака в смеси с хладагентами, имеющими низкое значение GWP и ODP – R152a и R600a. Для исследования энергетических и эксплуатационных характеристик холодильной машины при работе на предложенных смесях был спроектирован калориметрический стенд (рис. 1), работающий по полному циклу одноступенчатой холодильной машины, с использованием калориметра с вторичным холодильным агентом. Главный объект исследования – компрессор Вокс F2-NH₃, с частотой вращения вала около 940 об/мин. Эксперимент проводился согласно стандарту ISO 917.

Исследование смеси R717/R152a проводилось на чистом аммиаке и смесях с разной массовой концентрацией R152a, таких как: 10, 30, 50, 70, 90, 100 масс. %. Исследование смеси R717/R600a проводилось на чистом аммиаке и смесях с разной массовой концентрацией R600a, таких как: 10, 30, 50, 70, 90, 100 масс. %. Исследования проходили при температурах кипения $t_0 = 30; -20; -10$ °C и постоянной температуре конденсации $t_k = +30$ °C. Перегрев агента на всасывании в компрессор составил 10 °C, переохлаждение на выходе из конденсатора – 2,5 °C.

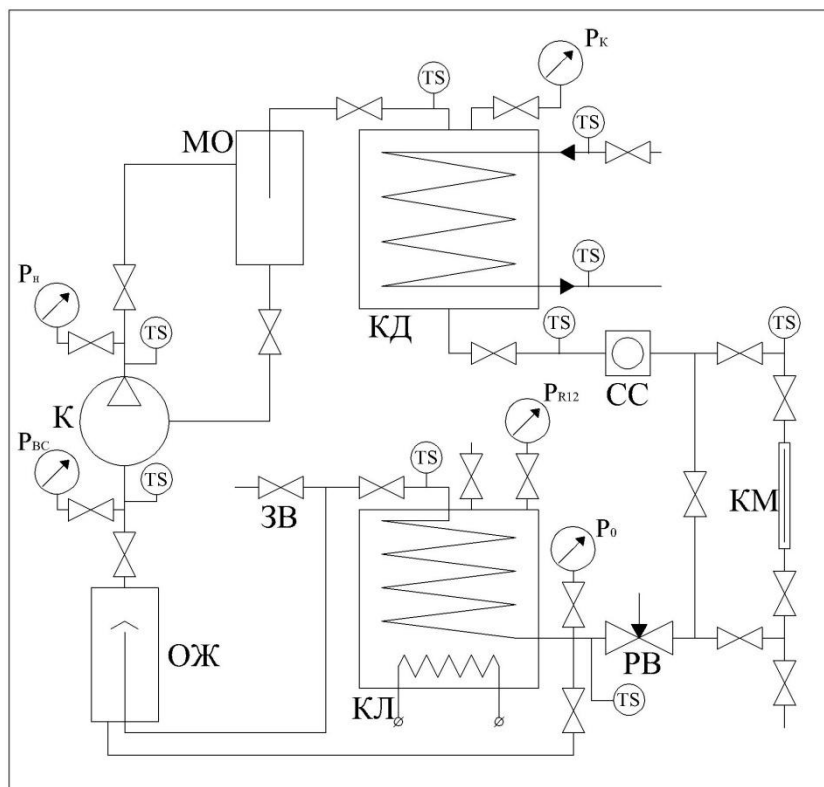


Рис. 1. Схема экспериментального стенда:

К – компрессор, МО – маслоотделитель, КД – конденсатор, СС – смотровое стекло, КМ – прибор для отбора проб хладагент-масло, РВ – регулирующий вентиль, КЛ – электрокалориметр, ОЖ – отделитель жидкости, ЗВ – заправочный вентиль, TS – термодары.

Анализ экспериментальных данных показал, что добавление хладагентов R152a и R600a к аммиаку приводит к росту холодопроизводительности, потребляемой мощности и незначительному снижению холодильного коэффициента.

Так, наивысший рост холодопроизводительности для смеси R717/R152a наблюдается при азеотропной концентрации (50/50 масс. %). При этом в сравнении с чистым аммиаком холодопроизводительность возрастает на 9,5 – 12 %, а холодильный коэффициент снижается на 2,3 – 2,9 % в зависимости от температуры кипения.

При сравнении энергетических характеристик смеси R717/R600a с чистым аммиаком максимальный рост холодопроизводительности смеси R717/R600a, достигается при концентрации изобутана в смеси 45 – 50 масс. % и составляет 12 – 14 %, при этом снижение холодильного коэффициента составляет 2,2 – 4,3 %, в зависимости от температуры кипения.

Были проведены измерения температуры нагнетания компрессора. Как показали полученные результаты, при добавке в аммиак хладагентов R152a и R600a температура нагнетания компрессора стремительно снижается.

Для смеси R717/R152a при азеотропной концентрации температура нагнетания снизилась на 10 – 29 °С, а для смеси R717/R600a при концентрации изобутана 50 масс. % температура нагнетания снизилась на 18 – 41 °С, в зависимости от температуры кипения (рис. 2).

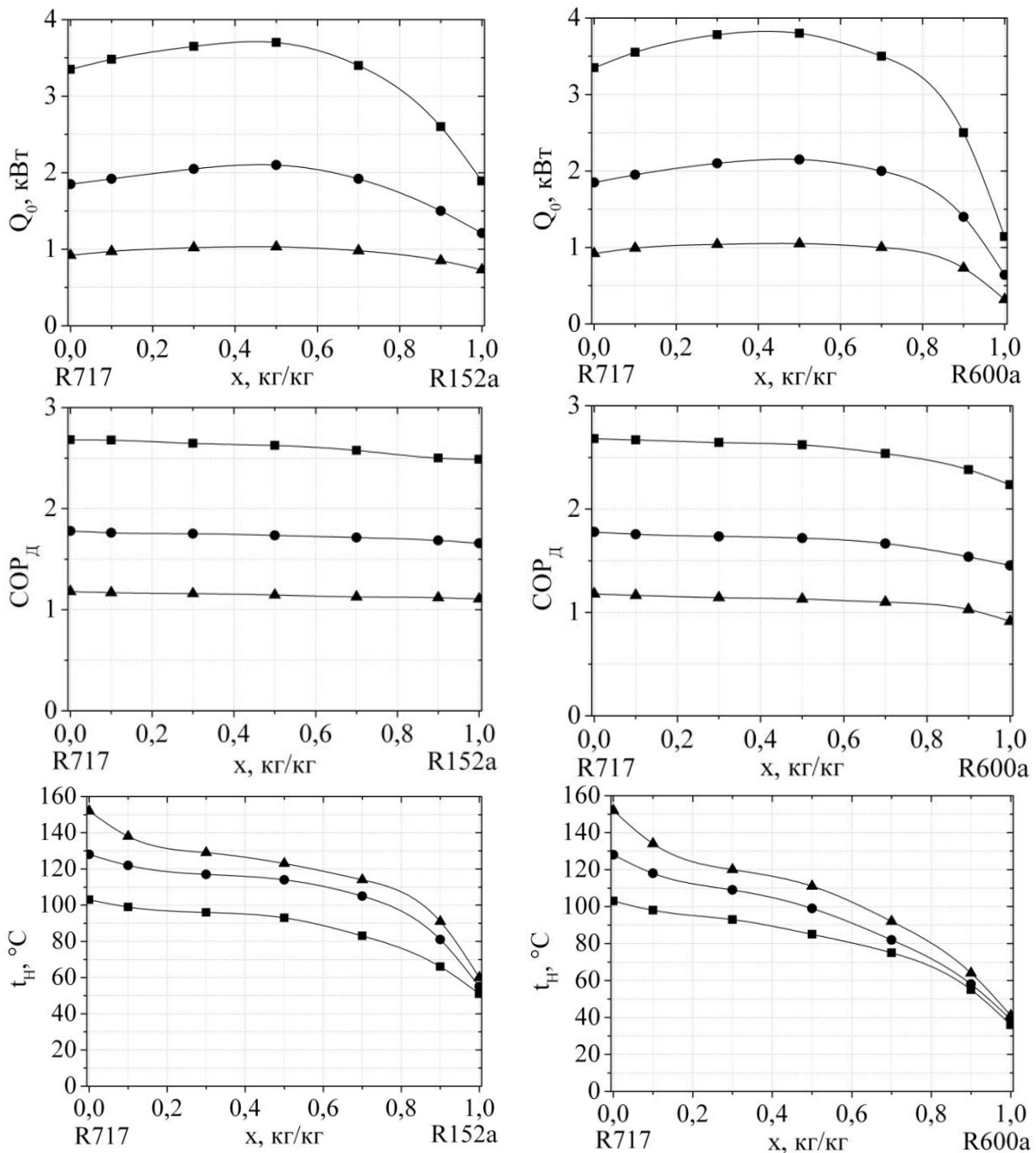


Рис 2. Энергетические и эксплуатационные характеристики работы компрессора на смесях R717/R152a и R717/R600a: ■ – $t_0 = -10^\circ C$, ● – $t_0 = -20^\circ C$, ▲ – $t_0 = -30^\circ C$

При проведении эксперимента были проведены замеры концентрации масла ХА-30 в рабочем веществе. Устройство для отбора проб смеси хладагент-масло расположено в контуре холодильной машины между конденсатором и регулирующим вентилем (рис. 1). Вследствие трудоемкости проведения эксперимента, отбор проб хладагент-масло производился только при температурах $t_k = +30^\circ C$, $t_0 = -20^\circ C$ во всем диапазоне исследуемых концентраций.

Как показал эксперимент, при работе холодильной машины на чистом аммиаке циркуляция масла в контуре отсутствовала. При добавке компонентов смесей в системе наблюдалась циркуляция масла. Процентное содержание масла в смесях при концентрациях свыше 40 масс. % второго компонента (R152a, R600a) носит стабильный характер и в температурном режиме $t_k = +30^\circ C$, $t_0 = -20^\circ C$ лежит в пределах 6,6 – 7,4 %, в зависимости от концентрации R152a и R600a.

Как показал анализ результатов экспериментальных исследований, использование предложенных смесей позволяет улучшить энергетические и эксплуатационные характеристики работы компрессора. Кроме того, при использовании смесей обеспечивается нормальная циркуляция

масла в контуре холодильной машины, и возврат его в компрессор, что позволит отказаться от использования маслоотделителя и приведет к снижению капитальных затрат при изготовлении холодильного оборудования.

Список литературы:

1. Хмельнюк М.Г. Экспериментальные исследования компрессора BOCK F2 NH₃ на смеси R717/R152a [Текст] / Хмельнюк М.Г., Ясинский С.П. Федоров А.Г. // Холодильная техника и технология. 2012. №4 (138). С.42 – 46.
2. Ясинский С.П. Бинарные хладагенты на основе аммиака – рабочие вещества малых холодильных машин [Текст]: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.14 – Холодильная, вакуумная и компрессорная техника, системы кондиционирования / С.П. Ясинский. Одесса. 2013. 20 с.

УДК 536.2

О ВОЗМОЖНОСТИ ОПИСАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ***О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев, А.К. Ефременкова**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

max_iar@gunipt.spb.ru**Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 11-08-00337)*

Согласно гипотезы Предводителя – Филиппова, перенос энергии в жидкостях происходит с помощью коллективных тепловых движений молекул – продольными гипер акустическими (дебаевскими) волнами (фоннами) [1, 2]. Фонновая гипотеза рассматривает длину свободного пробега фононов, их поглощение и рассеяние на флуктуациях плотности, а также и диссипацию фононов данной частоты в фононы более низких частот. Теплопроводность жидкости оценивается корреляцией с использованием скорости гиперзвука и правила Рао

$$\frac{u^{1/3}M}{\rho} = U, \quad (1)$$

где u – скорость гиперзвука, M – молекулярная масса, ρ – плотность, U – молекулярная скорость звука Рао [1, 2]. Поскольку скорость гиперзвука

$$u = \left(\frac{\rho U}{M}\right)^3, \quad (2)$$

вытекают известные соотношения зависимости теплопроводности от плотности

$$\lambda = A\rho^n, \quad (3)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, n – показатель степени, варьируемый в пределах от 4/3 до 2 [2 – 6].

Интерпретация этой зависимости, основанной на понятии критериальной единицы теплопроводности, использована в обобщении данных для галогенозамещенных предельных углеводородов – фреонов [2, 7] в форме зависимости

$$\lambda/\lambda^* = f(\rho/\rho^*), \quad (4)$$

Характеристические значения теплопроводности λ^* жидкости на линии насыщения принимались при значениях $\rho^* = 2,7\rho_{кр}$. Учитывая, что $\rho/\rho_{кр} = f(T/T_{кр})$, в [7] приведено обобщение данных экспериментов в форме

$$\lambda/\lambda^* = a + b\tau, \quad (5)$$

где $\tau = T/T_{кр}$ – приведенная температура; λ^* – коэффициент теплопроводности при значении

$\tau = 0,8$; $T_{кр}, \rho_{кр}$ – значения температуры и плотности в критической точке; T – температура, К.
Соответственно найдено

$$a = 2.947 - 0.003M, \tag{6}$$

$$b = 1.250(1 - a), \tag{7}$$

M – молекулярная масса.

Обнадеживающее согласие с результатами экспериментов в диапазоне $\tau = 0,47 \div 0,88$ получено для озоноразрушающих фреонов R12, R13, R22, R113, R142b, R115, R13B1, R123, содержащих в молекулах атомы хлора и брома.

В настоящей работе проведен анализ экспериментальных данных [8–18] и расчет теплопроводности современных озонобезопасных хладагентов на основе фторуглеводородов R125, R134a, R152a, R32, R143a, R23, а также R22 и R123. Термодинамические параметры хладагентов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Термодинамические параметры озонобезопасных хладагентов

Хладагент	M , кг/кмоль	$T_{кр}$, К	$p_{кр}$, МПа	$\rho_{кр}$, кг/м ³
R134a	102,03	374,15	4,067	508,0
R125	120,02	340,85	3,920	571,3
R32	52,02	351,25	5,780	424,0
R143a	84,04	346,04	3,776	432,9
R152a	66,05	386,47	4,495	368,0
R23	70,019	299,00	4,820	525,0
R116	138,1	293,01	3,040	622,0

С учетом соотношения для λ^* , приведенного в [7], сравнение расчетных и опубликованных экспериментальных значений, а также табличных данных по теплопроводности озонобезопасных хладагентов приведено в табл. 2.

Таблица 2

Сопоставление экспериментальных и расчетных значений теплопроводности жидкостей на линии фазового равновесия

T , К	$\lambda_{рас} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{экс} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{рас} / \lambda_{экс}$	T , К	$\lambda_{рас} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{экс} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{рас} / \lambda_{экс}$
R32				R22			
240,15	150,8	170,9	0,91	233,15	115,5	115,0	1,00
260,15	138,0	155,5	0,90	263,15	110,9	100,8	1,00
280,15	125,2	141,3	0,88	293,15	86,3	86,6	1,00
300,15	106,0	128,3	0,85	323,15	71,7	74,2	0,97

Продолжение табл. 2

T , К	$\lambda_{рас} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{экс} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{рас} / \lambda_{экс}$	T , К	$\lambda_{рас} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{экс} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{рас} / \lambda_{экс}$
R125				R23			
253,15	83,8	83,6	1,00	233,15	106,4	103,2	1,03
273,15	75,0	75,1	1,00	253,15	91,6	89,1	1,03
293,15	66,2	66,6	0,99	263,15	84,2	82,2	1,02
313,15	57,5	58,1	0,99	273,15	76,8	75,3	1,02
323,15	53,1	53,8	0,99	283,15	69,4	68,3	1,02

Продолжение табл. 2

T, K	$\lambda_{рас} \cdot 10^3, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	$\lambda_{экс} \cdot 10^3, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	$\lambda_{рас} / \lambda_{экс}$	T, K	$\lambda_{рас} \cdot 10^3, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	$\lambda_{экс} \cdot 10^3, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	$\lambda_{рас} / \lambda_{экс}$
R143a				R152a			
233,65	105,4	99,4	1,06	240	137,0	128,4	1,07
247,45	98,4	91,7	1,07	280	114,8	110,4	1,04
272,45	85,6	78,8	1,09	320	92,5	91,4	1,01
298,85	72,2	66,3	1,09	360	70,2	70,5	1,00
323,45	59,6	57,6	1,03	380	59,0	62,7	0,94

Продолжение табл. 2

T, K	$\lambda_{рас} \cdot 10^3, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	$\lambda_{экс} \cdot 10^3, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	$\lambda_{рас} / \lambda_{экс}$	T, K	$\lambda_{рас} \cdot 10^3, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	$\lambda_{экс} \cdot 10^3, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	$\lambda_{рас} / \lambda_{экс}$
R123				R134a			
260,15	84,1	87,4	0,97	240,15	109,7	108,9	1,01
270,15	81,7	84,7	0,96	260,15	100,7	99,7	1,01
290,15	76,9	79,3	0,97	280,15	91,6	89,3	1,03
330,15	67,3	69,2	0,97	320,15	73,4	72,0	1,02
370,15	57,7	59,5	0,96	360,15	55,3	57,0	0,97

Как видно из данных табл. 2, аналитические расчеты с помощью (3) и (5), учитывая погрешность опытных данных, позволяет признать способность указанных уравнений достаточно адекватно передать температурную зависимость и численные значения теплопроводности.

Максимальные отклонения наблюдаются для хладагента R32, имеющего значение приведенного дипольного момента $\mu = 1,96D$, в то время как данные расчета для R23 ($\mu = 1,645D$), R143a ($\mu = 2,35D$), R152a ($\mu = 2,262D$) и R22 ($\mu = 1,41D$) не выпадают из общего контекста согласованности с рекомендуемыми данными.

Список литературы:

1. Филиппов Л.П. Методы расчета и прогнозирования свойств веществ. М.: Изд-во МГУ, 1988. 252 с.
2. Филиппов Л.П. Исследование теплопроводности жидкостей. М.: Изд-во МГУ, 1970. 239 с.
3. Богатов Г.Ф. Теплопроводность индивидуальных углеводородов и нефтепродуктов в жидком состоянии: Автореф. дис. докт. техн. наук. М.: МЭИ, 1992. 40. с.
4. Геллер В.З. Комплексное исследование теплофизических свойств фреонов и разработка обобщенных методов расчета и прогнозирования коэффициентов переноса: Автореф. дисс. докт. техн. наук. Казань, 1980. 36 с.
5. Григорьев Б.А. Исследование теплофизических свойств нефтей, нефтепродуктов и углеводородов: Автореф. дисс. докт. техн. наук. Баку: Азинефтехим, 1979. 39 с.
6. Цедерберг Н.В. Теплопроводность газов и жидкостей. М.- Л.: Госэнергоиздат. 1963. 408 с.
7. Цветков О.Б. Теплопроводность холодильных агентов. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 220 с.
8. Gross U., Song Y.W. Thermal conductivities of new refrigerants R125 and R32 measured by the transient hot-wire method//Proc. 12th Symposium on thermophysical properties, 12 - 24 June 1994, USA, Boulder, 1994. 21 p.
9. Теплофизические свойства фреонов. Том 1. Фреоны метанового ряда: Справочные данные/ В.В. Алтунин, В.З. Геллер, Е.К. Петров и др. М.: Изд-во стандартов, 1980. 232 с.
10. Гребеньков А.Ж., Котелевский Ю.Г., Саплица В.В. Экспериментальное исследование теплопроводности холодильных агентов и их смесей на базе R125 и R134a// Вестник МАХ. 2000. Вып. 2. С. 34 - 37.

11. Tsvetkov O.B., Laptev Yu.A., Asambaev A.G. Thermal conductivity of refrigerants R123, R134a, and R125 at low temperatures// Intern. Journal of Thermophysics. 1994. Vol. 15. N 2. P. 203 – 214.
12. Geller V.Z., Paulaitis M.E. Thermal conductivity of difluoromethane (HFC-32) in the supercritical region// Prepr. 12th Symposium on Thermophysical Properties, Boulder, USA, 1994.
13. Tillner-Roth R., Krauss R. Extended thermophysical properties of R134a// Tables and diagrams for the refrigeration industry. IIR, Paris 1995. 31 p.
14. Gross U., Y.W. Song Y.W., Nahne E. Thermal conductivity of the new refrigerants R134a, R152a, and R123 measured by the transient hot-wire method// Int. J. Thermophys. 1992. Vol. 13. № 6. P. 957 – 983.
15. Цветков О.Б., Лаптев Ю.А. Экспериментальное исследование и молекулярно-структурное обобщение по теплопроводности жидкого гидрофторуглерода R152a// Вестник МАХ. 2010. № 4. С. 22 – 28.
16. Spindler K., Hoffman N., Heine E. Wärmeleitfähigkeit von HFKW-Gemischen// Luft- und Kältetechnik. 1997. N 1. S. 17 – 21.
17. Lee S.N., Kim M.S., Ro S.T. Measurement of the thermal conductivities of 1,1,1-trifluoroethane (R143a) and R404A in the liquid phase// Proc. 14th Thermophysical Conference, Boulder, USA. 2000. 13 p.
18. Асамбаев А.Ж., Цветков О.Б., Лаптев Ю.А. Теплопроводность хладагентов R142b, R152a, жидких двойных систем R22-R142b и R22-R152a в области низких температур// Тез. докл. Всесоюзн. НТК. Л.: 1991. С. 3 – 4.

УДК 536.2

**ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ЖИДКИХ СМЕСЕЙ
ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ*****О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев, А.К. Ефременкова**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

max_iar@gunipt.spb.ru

**Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 11-08-00337)*

Вопрос о теплопроводности многокомпонентных растворов в теоретическом плане, продолжая гипотезу Предводителя-Филиппова о переносе энергии коллективными тепловыми движениями – фононами [1, 2], включает учет дополнительного механизма рассеяния носителей (фононов) на флуктуациях концентрации.

Исходя из представлений о процессе переноса энергии в жидкостях высокочастотными гипер акустическими волнами, выбор концентрации в известном уравнении Филиппова–Новоселовой, в частности, для растворов на водной основе решен в пользу массовых долей [2]

$$\lambda_p = \lambda_{ад} - k |\lambda_1 - \lambda_2| \xi_1 \xi_2. \quad (1)$$

Здесь λ_p – теплопроводность раствора, $\lambda_{ад}$ – теплопроводность раствора, рассчитанная по правилу аддитивности, λ_1, λ_2 – теплопроводность компонентов смеси, ξ_1, ξ_2 – массовые концентрации компонентов, k – безразмерный параметр.

По Филиппову $k = 0,72$; по Мухамедзянову–Усманову [3] $k = 0,008\lambda_2 / \lambda_1$. Подробная расшифровка параметра k дана в работах [1–3].

Многие зависимости интерпретируют аддитивный характер изменения теплопроводности от концентрации компонентов [3], либо ее отклонение от аддитивности [1, 2].

Развитием подобных представлений являются соотношения, полученные на основе так называемой «избыточной» теплопроводности, т. е. разницы

$$\delta\lambda = |\lambda_p - \lambda_{ад}|. \quad (2)$$

Одна из форм соответствующей зависимости представлена выражением для бинарного раствора

$$\delta\lambda = \beta \lambda_{ад} \xi_1 \xi_2, \quad (3)$$

где β – безразмерный параметр.

Так, по результатам обобщений смесей хлорбромсодержащих фреонов R22/ R115 и R22/R13B1 этот параметр оказался равным 0,2 [4].

Современные озонобезопасные хладагенты представляют, как правило, бинарные, тройные растворы и даже композиции из четырех компонентов [5, 6]. Изучение теплопроводности растворов, таким образом, важный атрибут практического использования существующих и, тем более, новых синтезируемых смесевых хладагентов.

В табл. 1 сведены основные показатели смесевых озонобезопасных хладагентов.

Таблица 1

Теплофизические характеристики смесевых хладагентов

Хладагент	Состав	M, кг/кмоль	T _{кр} , К	P _{кр} , МПа	ρ _{кр} , кг/м ³
R404A	R125/R143a/R134a	97,61	344,78	3,691	463,5
R507A	R125/R143a	98,86	343,37	3,668	481,2
R410A	R32/R125	72,59	345,14	4,953	463,5
R407C	R32/R125/R134a	86,20	359,69	4,676	493,6
R508A	R23/R116	100,10	284,15	3,650	594,6

Табл. 2 содержит информацию о массовом составе смесевых хладагентов.

Таблица 2

Массовый состав растворов, %

Раствор	R32	R23	R116	R134a	R125	R143a
R404A	–	–	–	4	44	52
R507A	–	–	–	–	50	50
R410A	50	–	–	–	–	50
R407C	23	–	–	52	25	–
R508A	–	39	61	–	–	–

Значения теплопроводности насыщенной жидкости рассчитаны в настоящей работе, следуя [4], для смесей R407C, R507A, R404A, R410A и представлены в табл. 3.

Апробация рассмотренной методики оказалась успешной также при сопоставлении с результатами экспериментальных исследований авторов настоящей работы для зеотропной смеси R32 и R134a с содержанием 21,8 % первого компонента по массе (табл. 4) [16, 17].

Таблица 3

Сравнение расчетных значений теплопроводности жидких смесей R407C, R507A, R410A, R404A ($\lambda_{рас}$) с опубликованными данными ($\lambda_{экс}$) [7–15]

T, К	$\lambda_{рас} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{экс} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{рас} / \lambda_{экс}$	T, К	$\lambda_{рас} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{экс} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{рас} / \lambda_{экс}$
R407C				R507			
229,07	123,5	124,4	0,99	223,15	103,4	99,1	1,05
254,9	110,4	110,4	1,00	243,15	94,2	89,9	1,05
272,72	100,1	101,1	1,00	283,15	75,6	72,6	1,04
295,32	90,7	89,3	1,02	303,15	67,2	64,2	1,05
318,85	79,4	76,7	1,03	323,15	58,3	55,7	1,05

Продолжение табл. 3

T, К	$\lambda_{рас} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{экс} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{рас} / \lambda_{экс}$	T, К	$\lambda_{рас} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{экс} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	$\lambda_{рас} / \lambda_{экс}$
R410A				R404A			
228,16	140,4	141,4	0,99	233,65	94,9	95,1	1,00
248,84	128,1	128,9	0,99	273,75	77,3	75,3	1,03
268,17	117,0	117,1	1,00	298,15	66,3	63,1	1,05
292,06	105,0	102,0	1,03	322,85	55,7	56,3	0,99
308,39	95,3	91,0	1,05	–	–	–	–
322,99	86,6	80,4	1,08	–	–	–	–

Результаты сопоставления расчетных и экспериментальных значений теплопроводности зееотропа R32/R134a [16, 17]

T, K	296,57	305,87	323,40	334,42	343,84
$\lambda_{\text{экс}} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	90,0	86,0	81,0	77,0	72,0
$\lambda_{\text{рас}} \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	94,0	88,3	79,8	75,6	71,8
$\lambda_{\text{рас}} / \lambda_{\text{экс}}$	1,04	1,03	0,99	0,98	1,00
$\lambda_{\text{рас}} \cdot 10^3$, Вт/(м·К) *	87,3	83,3	75,9	71,3	67,3
$\lambda_{\text{рас}} / \lambda_{\text{экс}}$	0,97	0,97	0,94	0,93	0,94

* данные получены по методике Латини, Пассерини, Полонара [18].

Список литературы:

1. Филиппов Л.П. Методы расчета и прогнозирования свойств веществ. М.: Изд-во МГУ, 1988. 252 с.
2. Филиппов Л.П. Исследование теплопроводности жидкостей. М.: Изд-во МГУ, 1970. 239 с.
3. Цедерберг Н.В. Теплопроводность газов и жидкостей. М.- Л.: Госэнергоиздат. 1963. 408 с.
4. Цветков О.Б. Теплопроводность холодильных агентов. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 220 с.
5. Цветков О.Б. Холодильные агенты на посткиотском экологическом пространстве // Холодильная техника. 2012. № 1. С.70 – 72
6. Цветков О.Б. Климатические доминанты альтернатив ГХФУ–хладагентов// Холодильная техника. 2012. № 6. С. 4 – 6.
7. Гребеньков А.Ж., Котелевский Ю.Г., Саплица В.В. Экспериментальное исследование теплопроводности холодильных агентов и их смесей на базе R125 и R134a// Вестник МАХ. 2000. Вып. 2. С. 34 - 37.
8. Spindler K., Hoffman N., Heine E. Wärmeleitfähigkeit von HFKW-Gemischen// Luft- und Kältetechnik. 1997. N 1. S. 17 – 21.
9. Гребеньков А.Ж., Котелевский Ю.Г., Саплица В.В. Изучение теплопроводности тройной смеси озонобезопасных фреонов (R32+R125+R134a) // Вестник МАХ. 2002. Вып. 3. С. 25 - 27.
10. Lee S.N., Kim M.S., Ro S.T. Measurement of the thermal conductivities of 1,1,1-trifluoroethane (R143a) and R404A in the liquid phase// Proc. 14th Thermophysical Conference, Boulder, USA. 2000. 13 p.
11. Асамбаев А.Ж., Цветков О.Б., Лаптев Ю.А. Теплопроводность хладагентов R142b, R152a, жидких двойных систем R22-R142b и R22-R152a в области низких температур// Тез. докл. Всесоюзн. НТК. Л.: 1991. С. 3 - 4.
12. Proprietes thermophysiques R404A/ Tables et diagrammes pour l'industrie du froid // Inst. Int. Friod. Paris, 2001. 22 p.
13. Proprietes thermophysiques R410A/ Tables et diagrammes pour l'industrie du froid // Inst. Int. Friod. Paris, 2001. 22 p.
14. Proprietes thermophysiques R407C/ Tables et diagrammes pour l'industrie du froid // Inst. Int. Friod. Paris, 2001. 22 p.
15. Proprietes thermophysiques R507/ Tables et diagrammes pour l'industrie du froid // Inst. Int. Friod. Paris, 2001. 23 p.
16. Цветков О.Б., Лаптев Ю.А., Ушакова А.К. Теплопроводность зееотропного хладагента R32/R134a// Вестник МАХ. 2012. № 3. С. 15 – 19.
17. Цветков О.Б., Лаптев Ю.А., Ефременкова А.К., Пятаков Г.Л. Экспериментальные исследования теплопроводности жидких гидрофторуглеродов // Вестник Алмаатинского технологического университета. 2013. № 1. С. 87 – 88.

18. Latini G., Passerini G., Polonara F. A new approach to the evaluation on transport properties of azeotropic and quasi-azeotropic refrigerant mixtures// Proc. of 13th Symposium on Thermophysical Properties, June 22-24, 1997, Boulder.

УДК 536.2

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ РАЗРЕЖЕННОГО ГАЗА ДЛЯ ГФУ–ХЛАДАГЕНТОВ С БЛИЗКИМИ МОЛЕКУЛЯРНЫМИ МАССАМИ И ЭФФЕКТИВНЫМИ ДИАМЕТРАМИ

О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев, Ю.Н. Ширяев, Г.Л. Пятаков

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

max_iar@gunipt.spb.ru

Одним из важнейших в теории многоатомных газов является вопрос о способах взаимодействия многоатомных молекул, от решения которого зависит достоверность методов расчета свойств переноса.

Построение точных потенциалов взаимодействия многоатомных молекул – задача крайне сложна, что обуславливает появление модельных потенциалов и методов их апробации. В частности, путем сопоставления расчетных и эмпирических данных становится возможным установить связь параметров модельных потенциалов от термодинамических переменных. Подобная апробация крайне чувствительна к виду потенциала. В предлагаемой работе использован простой по структуре, безусловно, далеко не исчерпывающий, но удовлетворительно описывающий экспериментальные данные в определенном температурном диапазоне о вязкости газа и апробированный потенциал Леннард-Джонса 12-6 [1,2]. Потенциал 12-6 апробирован на данных о динамической вязкости ГФУ–хладагентов R134a, R125, R143a, R152a и R32. Характеристики хладагентов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики ГФУ–хладагентов R134a, R125, R143a, R152a, R32

Характеристики	R32	R125	R134a	R143a	R152a
M , кг/кмоль	52,02	120,021	102,030	84,040	66,051
$T_{кр}$, К	351,35	339,20	374,25	345,86	386,41
$p_{кр}$, МПа	5,80	3,62	4,06	3,764	4,52
$\rho_{кр}$, кг/м ³	425,1	572,0	535,5	434,1	368,0
R , Дж/(кг·К)	159,82	69,275	81,49	98,935	125,88

После анализ методик оценок эффективных параметров σ и ε / k приняты следующие соотношения [3, 4, 5]

$$\sigma = 0,841v_{кр}^{1/3}, \quad (1)$$

$$\varepsilon / k = 0,77T_{кр}, \quad (2)$$

$$\sigma = 0,1866v_{кр}^{1/3}Z_{кр}^{-1/2}, \quad (3)$$

$$\varepsilon / k = 65,3T_{кр}Z_{кр}^{3,6}, \quad (4)$$

$$\sigma(p_{кр} / T_{кр})^{1/3} = 2,3551 - 0,0874\omega, \quad (5)$$

$$\varepsilon / kT_{кр} = 0,7915 + 0,1693\omega, \quad (6)$$

$$\omega = \frac{3\theta}{7(1-\theta)} \lg p_{кр} - 1, \quad (7)$$

$$\theta = T_{нк} / T_{кр}, \quad (8)$$

где M – молекулярная масса, $v_{кр}$, $p_{кр}$, $T_{кр}$, $Z_{кр}$ – значения удельного объема, давления, температуры и сжимаемости в критической точке, $T_{нк}$ – температура кипения при нормальном давлении, ω – параметр Питцера, R – газовая постоянная.

Значения параметров σ и ε / k из литературных данных приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры потенциалов σ и ε / k

Хладагент	σ , нм	ε / k , К	Литература	Хлад-агент	σ , нм	ε / k , К	Литература
R32	0,4098	289,65	[6]	R134a	0,5289	221,30	[9]
R125	0,4987	266,20	[7]	R143a	0,4800	300,00	[8]
R125	0,5101	261,39	[11]	R152a	0,4612	354,84	[10]
R134a	0,5065	288,82	[6]				

В табл. 3 обобщены результаты наших расчетов σ и ε / k по соотношениям (1) – (8) для пяти ГФУ-хладагентов.

Таблица 3

Расчетные значения параметров потенциалов

Хладагент	[4]		[3]		[5]	
	σ , нм	ε / k , К	σ , нм	ε / k , К	σ , нм	ε / k , К
R32	0,4178	270,47	0,5067	140,51	0,4271	294,82
R125	0,5008	261,16	0,5325	201,30	0,4927	286,36
R134a	0,4921	288,04	0,5474	193,80	0,4899	317,17
R143a	0,4865	266,31	0,5609	160,93	0,4908	288,90
R152a	0,4743	297,54	0,5494	177,37	0,4787	329,41

Рассматривались также эмпирические зависимости Филиппова Л.П., Голубева И.Ф. и Перельштейна И.И. [12 – 14]

$$\frac{\eta_{кр}^0 T_{кр}^{1/6}}{M^{1/2} p_{кр}^{2/3}} = 15,8, \quad (9)$$

$$\frac{\eta_T^0}{\eta_{кр}^0} = \frac{3\tau^{3/2}}{1 + 2\tau^{0,91}}, \quad (10)$$

$$\ln \eta_T^0 = \ln \eta_{кр}^0 + D_\eta \theta(\tau), \quad (11)$$

$$\theta(\tau) = \ln \tau + \frac{1}{2} \left(\frac{\tau-1}{\tau} \right)^2 \left(\frac{\tau-1}{\tau} - \ln \tau \right) \left[1 - \frac{1}{10} \left(\frac{\tau-1}{\tau} \right)^4 \right], \quad (12)$$

где

$$\ln \eta_{кр}^0 = -13,87 + \ln(p_{кр}^{2/3} R^{-1/2} T_{кр}^{-1/6}), \quad (13)$$

τ – приведенная температура, $\eta_{кр}^0$ – вязкость разреженного газа в критической точке, D_η – эмпирический коэффициент [14].

Расчетные значения $\eta_{кр}^0$ сведены в табл. 4.

Таблица 4

Значения вязкости $\eta_{кр}^0$

Хладагент	$\eta_{кр}^0 \cdot 10^6$, Па·с		Хладагент	$\eta_{кр}^0 \cdot 10^6$, Па·с	
	(9)	(13)		(9)	(13)
R32	13,82	13,36	R143a	13,20	12,76
R125	15,51	14,91	R152a	13,01	12,55
R134a	15,18	14,60			

В качестве примера рассмотрен хладагент R152a (табл. 5). Отличие от табличных данных [15] могут достигать 7 %. Рассчитанные значения, полученные по зависимостям (9), (10), (13) также достаточно достоверно передают значения и температурную зависимость вязкости хладагента R152a.

Таблица 5

Сопоставление экспериментальных и расчетных данных по вязкости хладагента R152a в разреженном состоянии

Способ получения	$\eta_T^0 \cdot 10^6$, Па·с при температурах T , К					
	260	280	300	320	340	360
Эксперимент [15]	8,866	9,622	10,37	11,10	11,82	12,53
Расчет по (10)	8,994	9,659	10,31	10,95	11,58	12,20
δ , %	1,4	0,4	-0,6	-1,4	-2,0	-2,6
Расчет по (11)	8,702	9,356	9,98	10,58	11,18	11,78
δ , %	-1,9	-2,8	-3,8	-4,7	-5,4	-6,0
Расчет по МКТ с параметрами [4]	9,091	9,824	10,55	11,26	11,96	12,65
δ , %	2,5	2,1	1,7	1,4	1,2	0,9
Расчет по МКТ с параметрами [3]	8,737	9,348	9,947	10,53	11,10	11,66
δ , %	-1,5	-2,8	-4,1	-5,1	-6,1	-7,0
Расчет по МКТ с параметрами [5]	8,424	9,120	9,808	10,486	11,16	11,82
δ , %	-5,0	-5,2	-5,4	-5,5	-5,6	-5,7

Список литературы:

1. Цветков О.Б., Лаптев Ю.А. Интегралы столкновений в контексте расчета вязкости многоатомного разреженного газа трифторэтана// Современные методы и средства исследований теплотехнических свойств веществ/ Сб. трудов II Международной научно-технической конференции, 28-30.11.2012. Санкт-Петербург, СПбНИУ ИТМО. СПб., 2012. С. 419 – 420. ISBN 5-7577-0422-4.
2. Цветков О.Б., Лаптев Ю.А. О корреляциях для расчета потенциалов взаимодействия молекулярных моделей при оценке макропараметров пентафторэтана (R125)// Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке: тр. 5-й МНТК, 22–24 ноября 2011 г. СПб.: СПбГУНиПТ, 2011. С. 165 – 167 (CD-ROM). ISBN 978-5-89565-237-4.
3. Stiel R.I., Thodos G. The viscosity of nonpolar gases at normal pressures// A.I.Ch.E. Journal. 1960. Vol. 6, N 12. P. 264.

4. Afshar R., Saxena S.C. Transport properties of freon 152a and freon 142b in the temperature range of 280-510 K// *Int. J. Thermophys.* 1980. Vol. 1. N 1. P. 51 – 59.
5. Руд Р., Праусниц Дж., Шервуд Т., Свойства газов и жидкостей. Л.: Химия, Ленингр. отделение, 1982. 592 с.
6. Huber M.L., Ely J.F. Prediction of viscosity of refrigerants and refrigerants mixtures// *Fluid Phase Equilibria*. 1992. Vol. 80. P. 239 – 248.
7. Геллер В.З., Никульшин Р.К., Графская Л.В. Вязкость и межмолекулярные потенциалы фреонов// *ЖФХ*. 1972. Т. 46. № 1. С. 5 – 7.
8. Le Neindre B. Measurements of the thermal conductivity of HFC-143a in the temperature range from 300 to 500 K at pressures up to 50 MPa [Текст] / B. Le Neindre, Y. Garrabos, M. S. Kim // *Proc. 14th Symposium on Thermophysical Properties*, Boulder, USA, 2000. 42 p.
9. Currently most reliable values for properties of pure hydrofluorocarbons/ H. Sato, N. Kagava, M.J. Assael et al./ *Proc. of Commission B1, Paderborn, Germany*, 2001/5. – P. 111-115.
10. Kruppa B., Straub. S. Thermal diffusivity of the alternative refrigerant R152a// *Int. J. Thermophys.* – 1997. – Vol. 18, N 3. – P. 807-823.
11. Асамбаев А.Ж. Теплопроводность жидких и газообразных хладагентов и их растворов. заменителей ХФУ// Дисс. ... канд. техн. наук. СПб.: ЛТИХП, 1991. 167 с.
12. Филиппов Л.П. Методы расчета и прогнозирования свойств веществ. М.: Изд-во МГУ, 1988. 252 с.
13. Голубев И.Ф. Вязкость газов и газовых смесей. М.: Физматгиз. 1959. 376 с.
14. Перельштейн И.И., Парушин Е.Б. Термодинамические и теплофизические свойства рабочих веществ холодильных машин и тепловых насосов. М.: Легкая и пищевая пром-ть. 1984. 232с.
15. Transport properties of 1,1-difluoroethane (R152a)/ R. Krauss, V.C. Weiss., T.A. Edison, J.V. Sengers, K. Stephan.// *Int. J. Thermophys.* 1996. Vol. 17, N 4. P. 731 – 757.

УДК 536.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГАЗООБРАЗНЫХ БЕЗХЛОРНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ МЕТОДОМ КООКСИАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ *

О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

max_iar@gunipt.spb.ru

**Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 13-08-00541)*

Синтетические галогенопроизводные предельных углеводородов широко используются в качестве рабочих веществ – хладагентов низкотемпературной техники [1, 2].

Экспериментальные исследования теплопроводности хладагентов в состоянии разреженного газа являются базой при описании поведения теплопроводности при повышенных давлениях, а также позволяют решать фундаментальную задачу – оценить параметры межмолекулярного взаимодействия. Принципиально важны задачи получения новой информации и экспертных оценок экспериментальных и справочных данных по теплопроводности хладагентов, публикуемых в литературе.

Использован апробированный стационарный метод коаксиальных цилиндров. Параметры измерительной ячейки приведены в табл. 1. Коаксиальные цилиндры изготовлены из электролитической меди марки М1. Рабочие поверхности цилиндров обрабатывались по высокому классу точности и чистоты, затем полировались. Наружная поверхность внутреннего цилиндра хромировалась. Центрирование внутреннего цилиндра относительно наружного обеспечивалось восьмью фторопластовыми штифтами диаметром около 1 мм, запрессованными в специальные сверления по краям внутреннего цилиндра. Основной нагреватель ячейки размещался в центральном сверлении внутреннего цилиндра. Для размещения спаев дифференциальной термопары в обоих цилиндрах просверлены отверстия диаметром около 2 мм.

Особенностью конструкции измерительной ячейки являлся монтажный узел для размещения центрального нагревателя и термопар. Узел представляет металлическую плашку с вваренными в нее капиллярами из нержавеющей стали: центральным – для нагревателя и периферийными – для спаев термопар. При монтаже ячейки внутренний цилиндр надевался на капилляры, а плашка уплотнялась в специальной выточке наружного цилиндра, обеспечивая герметичность рабочего пространства. Монтажный узел размещался в нижнем торце наружного цилиндра, что предотвращало соскальзывание внутреннего цилиндра с капилляров. Наличие монтажного узла в сочетании с центрирующими штифтами обеспечивало постоянство рабочего зазора ячейки.

Параметры измерительной ячейки	
Параметры	Значение
Внутренний цилиндр	
Наружный диаметр, м	$(14,670 \pm 0,005) \cdot 10^{-3}$
Длина, м	$0,1000 \pm 0,0001$
Диаметр центрального сверления под нагреватель, м	$4,4 \cdot 10^{-3}$
Диаметр сверления под термопары, м	$2,1 \cdot 10^{-3}$
Диаметр сверления под центрирующие штифты, м	$1 \cdot 10^{-3}$
Масса, кг	0,13
Наружный цилиндр	
Внутренний диаметр (диаметр центрального сверления), м	$(15,110 \pm 0,005) \cdot 10^{-3}$
Наружный диаметр, м	$0,108 \pm 0,001$
Длина, м	$0,320 \pm 0,001$
Диаметр сверления под термопары, м	$2,1 \cdot 10^{-3}$
Диаметр сверления под ПТС-10, м	0,011
Масса, кг	20,10
Измерительная ячейка	
Толщина слоя исследуемого вещества (рабочий зазор), м	$(0,220 \pm 0,005) \cdot 10^{-3}$
Диаметр фторопластовых пробок, м	$(14,67 \pm 0,05) \cdot 10^{-3}$
Масса в сборе, кг	20,23
Сопrotивление основного нагревателя ячейки, Ом	102

Величина рабочего зазора ячейки определялась по результатам измерений линейных размеров цилиндров, а также косвенным образом с помощью измерений емкости воздушного конденсатора, образованного цилиндрами ячейки. Заполнение рабочего зазора исследуемым веществом осуществлялось через капилляр в монтажном узле ячейки. Проточность ячейки обеспечивалась дополнительным ниппельным соединением в верхнем торце наружного цилиндра.

Для уменьшения аксиальных потоков теплоты с торцов внутреннего цилиндра служили фторопластовые пробки. Верхняя пробка вставлялась в специальное углубление в торце цилиндра, а нижняя представляла собой фторопластовые диски, надеваемые на капилляры монтажного узла. Высота дисков подбиралась таким образом, чтобы обеспечить отсутствие эффекта «печной трубы» в ячейке.

Конструкция основного нагревателя из нихромовой проволоки диаметром 0,5 мм (с использованием бифилярной намотки) обеспечивала равномерность теплового потока по всей длине внутреннего цилиндра. Нагреватель имел потенциальные отпайки. Конструктивные особенности измерительной ячейки (массивный наружный цилиндр, высокотеплопроводный материал цилиндров, расположение внутреннего цилиндра относительно наружного, пассивная защита торцов внутреннего цилиндра) позволили обеспечить высокую изотермичность цилиндров.

Для измерения перепадов температур использовали медь–константановые термопары. Материал для термопар аттестован в метрологической лаборатории. Дополнительные отпайки позволяли измерять абсолютные температуры цилиндров. Учитывались контактные термические сопротивления в местах заделки спаев термопар. Спаи электрически изолированы от защитных капилляров.

Для градуировки термопар «по месту» использовали образцовый платиновый термометр сопротивления ПТС-10. Термометр сопротивления размещался в запаянной гильзе. Гильзу вставляли в сверление в наружном цилиндре. Для контроля температур по высоте наружного цилиндра служила четырехспайная медь–константановая дифференциальная термопара. Спаи термопары равномерно распределены по высоте.

Система термостатирования экспериментального стенда включала: термостат измерительной ячейки, серийный термостат марки UTU, систему автоматического регулирования температуры. В качестве термостатирующей жидкости использовали холодильное масло ФМ-5,6 АП. Первичное регулирование системы термостатирования осуществлялось системой автоматики термостата UTU. Поддержание температуры в рабочем термостате обеспечивал высокоточный регулятор температур марки ВРТ-3 с рабочим нагревателем, навитым на внешнюю поверхность наруж-

ного цилиндра. Чувствительным элементом системы автоматики служил термометр сопротивления ПТС-10. Система термостатирования обеспечивала поддержание температуры в опыте с погрешностью $\pm(0,005-0,01)$ К.

Вакуумирование гидравлической системы стенда производили форвакуумным насосом марки ВН-461М и высоковакуумным насосом марки Н-0,0025-2. Для контроля служил измерительный комплекс марки ВИТ-3 и образцовые вакууметры. Давление измеряли образцовыми манометрами марки МО класса 0,16 и цифровым измерительным преобразователем давления типа ИПДЦ класса 0,06.

Питание цепи нагревателя осуществляли высокостабилизированным источником постоянного тока типа КБНС-4. Измерения проводили с помощью полуавтоматического потенциометра типа Р363/1 класса 0,001. Цифровые приборы использовали для визуального контроля измеряемых величин. Подключение проводов к потенциометру осуществляли через бестермоточный переключатель БП-220. Нормальный элемент и образцовые катушки сопротивления измерительной системы термостатировали в масляной ванне при температуре $(20\pm 0,2)$ °С. Предусмотрено стабилизированное питание усилителей потенциометра и источников питания экспериментального стенда.

Для аттестации экспериментальной установки проводились измерения теплопроводности во всем температурном интервале образцовых веществ: толуол марки «ЧДА», гелий и аргон (газы особой чистоты 99,99 %) и хладагент R22 (99,9 % дифторхлорметана) в жидком состоянии. Проведена дополнительная градуировка ячейки по дифторхлорметану в состоянии разреженного газа. В табл. 2 приведены измеренные значения теплопроводности R22 и их отклонения от наиболее надежных экспериментальных и табличных данных. Расхождения рассчитывали по формуле $\delta = 100(\lambda_{\text{табл}} - \lambda_{\text{экс}}) / \lambda_{\text{экс}}$, %, где $\lambda_{\text{табл}}$ – табличные или экспериментальные данные других авторов, $\lambda_{\text{экс}}$ – экспериментальные значения, полученные в данной работе.

Таблица 2

Сравнение экспериментальных значений теплопроводности R22 и данных других авторов

T, К	Отклонения δ , % от данных других авторов					
	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
303,15	0,5	2,3	-0,2	-0,8	-1,1	-0,8
323,15	0,4	1,8	-1,0	-1,1	-0,1	1,2
343,15	1,2	2,1	-0,2	0,1	-0,2	0
363,15	0,3	1,8	-0,9	0,8	-1,2	-0,2

Результаты градуировки измерительной ячейки представлены в форме

$$\lambda_{\text{экс}} = a_0 + a_1 B + a_2 B^2, \tag{1}$$

где $a_1 = -0,00418$; $a_2 = 0,049242$; $a_3 = -0,022838$;

$$B = (W - W_{\text{луч}}) / (\Delta t \pm \Delta t_{\text{град}} - \Delta t_{\text{ст}}). \tag{2}$$

Здесь: W – мощность нагревателя ячейки, $W_{\text{луч}}$ – лучистая составляющая теплового потока, Δt – измеренный перепад температур в слое исследуемого вещества, $\Delta t_{\text{град}}$ – градуировочный перепад температур при выключенном нагревателе ячейки (измерялся перед началом опытов при заданной температуре), $\Delta t_{\text{ст}}$ – суммарный перепад температур в местах заделки спаев термопар.

Перепад температур в стенках цилиндров рассчитывали по формуле $\Delta t_{\text{ст}} = 0,14W$ и при мощности основного нагревателя ячейки 1–6 Вт и перепадах температур в слое 2–12 К перепад $\Delta t_{\text{ст}}$ не превышал 0,15 – 0,8 К для всех исследованных газов. Для контроля влияния конвективного переноса теплоты в слое опыты проводили при различных перепадах температур.

Исследуется теплопроводность озонобезопасного хладагента R143a в интервале температур 22,26–91,01 °С. Образец содержит 99,85 массовых % основного вещества. Проведены две серии опытов, получено первые 30 экспериментальных значений теплопроводности (табл. 3). В первой серии опыты приведены при постоянной мощности нагревателя измерительной ячейки. Во второй серии изменяли перепад температур ΔT в слое вещества (табл. 3).

При расчете общей максимальной погрешности измерений учитывали случайную ошибку, неисключенный остаток систематической погрешности и погрешность отнесения по температуре [9, 10]. Суммарная относительная погрешность опытных значений теплопроводности не превышала, по нашей оценке, $\pm(2,5-3,0)$ %.

Таблица 3

Экспериментальные значения теплопроводности хладагента R143a в состоянии разреженного газа

T, K	$\Delta T, K$	$\lambda_{\text{экс}},$ Вт/(м·К)	T, K	$\Delta T, K$	$\lambda_{\text{экс}},$ Вт/(м·К)
1 серия			322,24	2,12	0,01470
299,41	2,38	0,01317	322,24	2,12	0,01469
299,42	2,39	0,01314	324,35	5,34	0,01488
306,51	2,30	0,01361	324,35	5,34	0,01490
306,52	2,31	0,01359	328,41	11,74	0,01506
325,47	2,09	0,01488	328,47	11,82	0,01520
325,47	2,09	0,01489	341,46	1,93	0,01595
346,40	1,89	0,01622	341,46	1,93	0,01595
346,39	1,89	0,01623	343,34	4,89	0,01615
364,16	1,75	0,01729	343,35	4,87	0,01613
364,16	1,75	0,01730	346,26	9,31	0,01613
2 серия			346,26	9,29	0,01611
306,57	2,28	0,01346	361,97	1,76	0,01717
306,60	2,28	0,01348	361,97	1,76	0,01719
308,84	5,76	0,01373	363,71	4,39	0,01733
308,86	5,76	0,01376	363,72	4,40	0,01737

Данные по теплопроводности R143a согласуются в пределах оцененной погрешности с экспериментальными данными Танаки [11] и Хаммершмидта [12]. Больше расхождение с результатами [13], полученными методом коаксиальных цилиндров.

Список литературы:

1. Бараненко А.В. Холод в глобальном мире// Холодильная техника. 2013. № 3. С. 4 – 9.
2. Цветков О.Б. Энерго–экологические парадигмы холодильных агентов// ЮНИДО в России. 2011. № 3. С. 18 – 22.
3. Теплофизические свойства фреонов. Том 1. Фреоны метанового ряда: Справочные данные/ В.В. Алтунин, В.З. Геллер, Е.К. Петров и др. М.: Изд-во стандартов, 1980. 232 с.
4. Справочник по теплопроводности газов и жидкостей / Н.Б. Варгафтик, Л.П. Филиппов, А.А. Тарзиманов, Е.Е. Тоцкий. М.: Энергоатомиздат, 1990. 352 с.
5. Дифторметан (хладон 22). Коэффициенты теплопроводности в диапазоне температур 173-473 К и давлений до 5 МПа: Табл. станд. справ. данных/ ГСССД 157-91. М.: Изд-во стандартов, 1991. 16 с.
6. Thermal conductivity of gaseous fluorocarbon refrigerants R12, R13, R22 and R23 under pressure// T. Makita, T. Tanaka, Y. Morimoto et al.// Int. J. Thermophys. 1981. Vol. 2. N 3. P. 249 – 268.
7. Груздев В.А., Шестова А.И., Селин В.А. Теплопроводность фреонов// Теплофизические свойства фреонов. Новосибирск: Наука, 1969. С. 62 – 74.
8. Thermodynamic and transport properties of refrigerants and refrigerant mixtures (REFPROP, Version 7.0) U.S. Department of Commerce. – Gaithersberg, Maryland, National Institute of Standards and Technology (NIST). 2000.
9. Сергеев О.А. Метрологические основы теплофизических измерений. М.: Изд-во стандартов, 1972. 154 с.

10. Олейник Н.Б. Точная калориметрия. М.: Изд-во стандартов, 1973. 208 с.
11. Tanaka Y., Nakata M., Makita T. Thermal conductivity of gaseous HFC-134a, HFC-143a, HCFC-141b, and HCFC-142b// Int. J. Thermophys. 1991. Vol. 12, N 6. P. 949 – 963.
12. Hammerschmidt U. Thermal conductivity of alternative refrigerants measured with an improved guarded hot-plate apparatus including R22, R123, R134a, R142b, R143a, and R152a// Proceed. 12th Symposium on Thermophys. Properties, June 12-24, 1994, Colorado, USA. 17 p.
13. Le Neindre B., Garrabos Y., Kim M.S. Measurements of the thermal conductivity of HFC-143a in the temperature range from 300 to 500 K at pressures up to 50 MPa// Int. J. Thermophys. 2001. Vol. 22. N 3. P. 723 – 748.

УДК 621.56

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ

А.П. Цой¹, Р.Е. Ергазина¹, Ю.И. Мачуев²

1 - Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан

2 - Санкт-Петербург, Россия

teniz@bk.ru

Земля, как и всякое другое тело, температура которого ниже 500°C, излучает в заметном количестве инфракрасные лучи в небесную сферу. Она излучает днем и ночью, но днем тепловое действие излучения незаметно, так как потеря теплоты за счет излучения полностью перекрывается количеством теплоты, получаемым при поглощении лучей солнца. Ночью охлаждение земной поверхности благодаря излучению хорошо заметно. В небесной сфере происходит частичное поглощение и противоизлучение водяными парами и углекислым газом. Остальные газы, входящие в состав атмосферы, почти не поглощают и не излучают энергию. Таким образом излучение в небесную сферу приводит в ночное время к переохлаждению обращенных к ней поверхностей относительно температуры окружающего воздуха в зависимости от метеорологических условий. В случае высокой прозрачности атмосферы, что характерно для высокогорных районов, и отсутствии облачности это излучение более интенсивно.

Российские и казахстанские научные коллективы проводили исследование эффективного излучения в высокогорье более подробно, чем приведено в ГОСТах и в литературе по климату[1]. Это связано с эксплуатацией разного типа инженерных конструкций и сооружений в горах в месте строительства большого радиотелескопа на Туркестанском хребте и на высокогорном катке «Медеу».

Определенный интерес представляет информация по выхолаживающему влиянию небосвода, обусловленному высокой прозрачностью атмосферы и эффективной температурой небесной сферы $T_{эф}$.

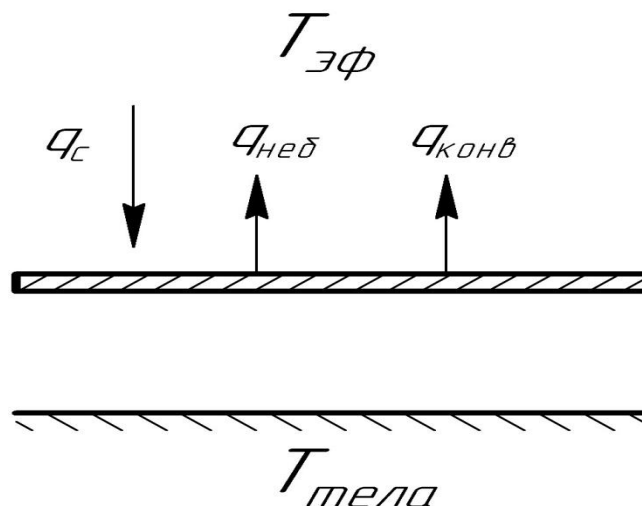


Рис. 1. Схема к определению выхолаживающего эффекта

Для изучения этих параметров был разработан экспериментальный способ (рис. 1). Способ определяется из теплового баланса металлического листа, обращенного одной стороной к небу, а с другой стороны к поверхности с известной температурой $T_{тела}$.

Эффективная температура небосвода в ночное и дневное время определяется из уравнения теплового баланса $\sum q_{верх} = 0$ для верхнего металлического листа, а тепловой поток от подсти-

лающей земной поверхности – из уравнения теплового баланса $\sum q_{\text{ниж}} = 0$ для металлического листа. В уравнения теплового баланса входят составляющие конвективного $q_{\text{конв}}$ и лучистого ($q_{\text{неб}}$ – излучение в небо, $q_{\text{с}}$ – противоизлучение атмосферы). Степень черноты ночного небосвода принимается равной $\varepsilon = 1$. Неизвестным в уравнении оказывается лишь температура небосвода $T_{\text{эф}}$.

Характеристики конвективного теплообмена определяется по известным из теории теплопередачи критериальным зависимостям: при продольном обтекании плоской пластины воздухом $Nu = 0,032 Re^{0,8}$ для внешней поверхности верхнего листа или при естественной конвекции в прослойке $Nu = 0,47 Gr^{0,25}$ для внутренней поверхности верхнего и обеих поверхностей нижнего листа при наличии защитного короба. Здесь Nu , Re , Gr – критерии Нуссельта, Рейнольдса, Грасгофа.

Ввиду высокой теплопроводности и тонкостенности металлического листа, допустимо измерять его температуру с тыльной стороны. Действительно, критерий Био (Bi), характеризующий теплоперенос в стенке и на границе воздух-стенка чрезвычайно мал и перепад температуры по толщине стальной или алюминиевой стенки пренебрежимо мал в сравнении с перепадом температур между воздухом и поверхностью листа, что также подтвердилось в эксперименте.

$$Bi = \frac{\delta \alpha}{\lambda},$$

где: λ – коэффициент теплопроводности стали или алюминия,

$$\lambda = 40 \dots 100 \text{ Вт/(К}\cdot\text{м)};$$

$$\delta \text{ – толщина стенки, } \delta = (1 \dots 2) \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$\alpha \text{ – коэффициент теплоотдачи к воздуху, } \alpha = 5 \dots 10 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$$

На экспериментальных стендах с использованием данного способа были проведены опытные исследования на территории высокогорной экспедиции Института космических исследований с географическими координатам $39^{\circ}34'$ сш и $68^{\circ}28'$ вд у Туркестанского хребта на плато Суффа в близи радиотелескопа [2], а также в Казахстане на высокогорном спортивном комплексе «Медеу» [3, 4].

Список литературы:

1. Барри Г.Р. Погода и климат в горах. Л.: Гидрометеиздат. 1984. с. 310
2. Гиммельман В.Г., Мачуев Ю.И. Охлаждающий эффект в высокогорье. Актуальные проблемы механики, прочности и теплопроводности при низких температурах. Теория и методы замораживания грунтов: Материалы XII-ой научно-технической конференции под редакцией доктора технических наук, профессора В.В. Улитина. СПб.: СПбГУНиПТ. 2010.
3. Цой А.П., Бараненко А.В., Эглит А.Я., Мачуев Ю.И. Исследование влияния охлаждающего эффекта небосвода на ледовое поле открытого катка. V Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке» 22-24 ноября 2011 года. СПб.: СПбГУНиПТ. 2011.
4. Цой А.П., Бараненко А.В., Эглит А.Я. Использование эффективного излучения в холодильной системе открытого ледового катка. // Вестник МАХ. 2013. № 4. с. 8 – 11.

ТЕХНИКА И ПРОЦЕССЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 618.840

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ ВОДОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

С.Г. Алексеев¹, Н.М. Барбин², А.В. Пищальников¹

1 – НИЦ «Надёжность и ресурс больших систем и машин» Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия

2 – Уральский государственный аграрный университет г. Екатеринбург, Россия

3608113@mail.ru, NMBarbin@mail.ru

Водка это «спиртной напиток, представляющий собой бесцветный водно-спиртовый раствор крепостью 40,0 %–45,0 %, 50,0 % и 56,0 %, с мягким присущим водке вкусом и характерным водочным ароматом» [1].

В данной работе экспериментально определены температуры вспышки и воспламенения фабричной водки подвергнутой температурной обработке. Эксперименты проведены с образцами водки «Gradus premium» производства ОАО «Пермалко». Определение температурных показателей пожаровзрывоопасности выполнено на аттестованном оборудовании по ГОСТ 12.1.044-89* [2]. Для создания условий внешнего воздействия отрицательной и повышенной температуры использованы холодильник Минск-МХМ1702 (класс точности $\pm 0,5$ °С) и хладотермостат ХТ-3/70-2 (класс точности $\pm 0,2$ °С). Комнатная температура (RT) в помещении во время испытаний составляла 18–20 °С.

На рисунке представлены изменения температур вспышки в открытом тигле и воспламенения в зависимости от этапа температурного воздействия: 0 (без воздействия) → 1 (7 дней при –17 °С) → 2 (7 дней при +20 °С) → 3 (7 дней при +55 °С) → 4 (7 дней при +20 °С) → 5 (7 дней при –17 °С) → 6 (7 дней при +20 °С) → 7 (7 дней при +55 °С). Изменение температур вспышки и воспламенения носят синусоидный характер.

Наблюдаемые эффекты изменения температур вспышки, воспламенения и самовоспламенения можно объяснить только тем, что в паровой фазе наряду с молекулами этанола присутствуют кластерные гидраты этилового спирта. Периодическая перестройка кластерной структуры E-aq в растворах этанола в результате последовательного воздействия различных температур свидетельствует о наличии химической памяти в системе $C_2H_5OH-H_2O$.

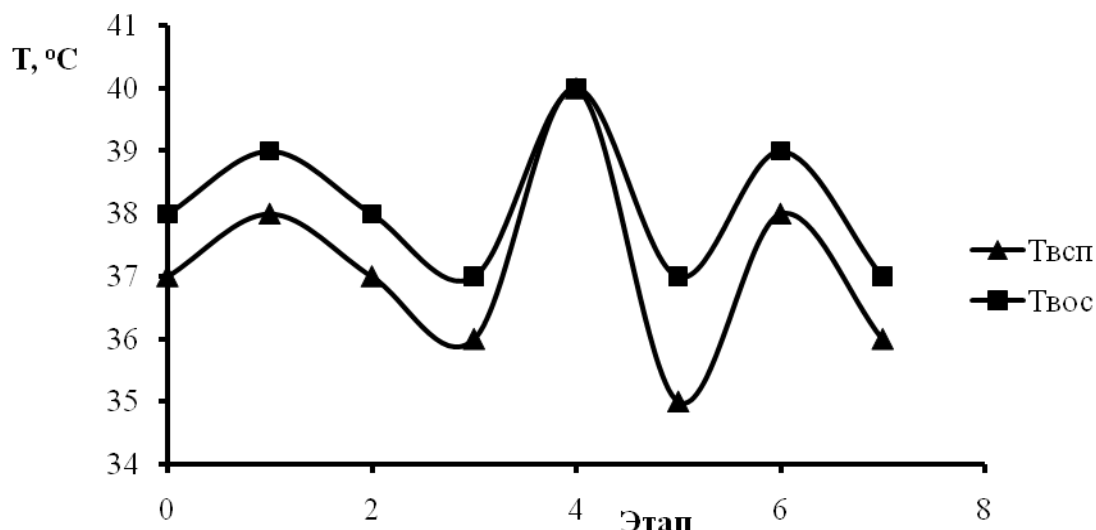


Рис. 1. Изменение температур вспышки и воспламенения в зависимости от этапа температурного воздействия

Список литературы:

1. ГОСТ Р 52190-2003. Водки и изделия ликероводочные. Термины и определения (утв. Постановлением Госстандарта России от 19.12.2003 № 421-ст). М.: Госстандарт России. 2005. 13 с.
2. ГОСТ 12.1.044-89*. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (с изм. №1, утв. Постановлением Госкомитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 12.12.89 № 3683). [Электронный ресурс]. Режим доступа: НСИС ПБ. 2012. № 2 (48).

УДК 66-2

**ВОЗМОЖНОСТИ САМООЧИЩЕНИЯ
ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНОЙ КАМЕРЫ****Е.П. Башева, Г.В. Алексеев**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург. Россия

katushik7@gmail.com, gva2003@rambler.ru

В современном пищевом оборудовании существует проблема самоочищения измельчительных камер от остатков пищевой смеси. Многие производители находят решение в некоторых дополнительных приспособлениях и устройствах. Это, как правило, ведет к существенным затратам не только сырьевых, но и временных ресурсов.

Одним из вариантов лишенных таких недостатков может быть следующий. Основная его идея заключается в том, чтобы не использовать дополнительную воду, а использовать рецептурное количество воды. В рассматриваемой конструкции измельчительной камеры по рецептуре напитка идет измельчение половинки лимона. Также в рецептуру входит газированная вода и сахарный сироп. Поскольку смешивание всех компонентов происходит в процессе приготовления напитка, необходимо учесть тот фактор, что газированную воду необходимо добавлять непосредственно при розливе в тару. А так как измельченная половина лимона с цедрой остается в камере измельчения, эту смесь необходимо провести к выходному патрубку.

Это можно сделать двумя путями, первый из которых, заключающийся в транспортировке смеси газированной водой, здесь не подходит, поскольку газированная вода потеряет значительное количество углекислого газа, то на выходе газированный напиток потеряет свойства, описанные в рецептуре напитка, составленный технологом.

Таблица 1.

Рецептуры лимонного напитка без плодово-ягодного сиропа

Рецептура на 100 мл			
Наименование материалов (состав купажа)	Сырьё, г	Содержание СВ в сырье	
		%	г
Сахарный сироп	14,2	64	9,01
Измельченный лимон	14,2	7	0,99
Двуокись углерода	0,4	-	-
Вода	77	-	-
Рецептура на 250 мл			
Сахарный сироп	35,5	64	22,72
Измельченный лимон	35,5	7	2,49
Двуокись углерода	1	-	-
Вода	192,5	-	-
Рецептура на 500 мл			
Сахарный сироп	71	64	45,44
Измельченный лимон	71	7	4,97
Двуокись углерода	2	-	-
Вода	385	-	-

Исходя из рецептуры на 500 мл, разделим необходимое количество воды на 2 части, первую часть будем пропускать через форсунку для смешения с измельченной лимонной фракцией и одновременным смывом камеры. Оставшуюся часть будем насыщать углекислым газом и купажировать с лимонной смесью на выходе из аппарата.

При самоочищении камеры необходимо учитывать следующие параметры (1-3):

1. Количество жидкости - создает эффект ополаскивания

Необходимое количество жидкости определяется в зависимости от имеющегося давления посредством испытаний. Все места скопления измельченного фрукта должны турбулентно омываться/ополаскиваться достаточным количеством жидкости. По сравнению с ротационными моющими головками статические распылительные головки требуют почти в два раза большего количества жидкости

Примерная схема работы форсунки приведена на рис.1

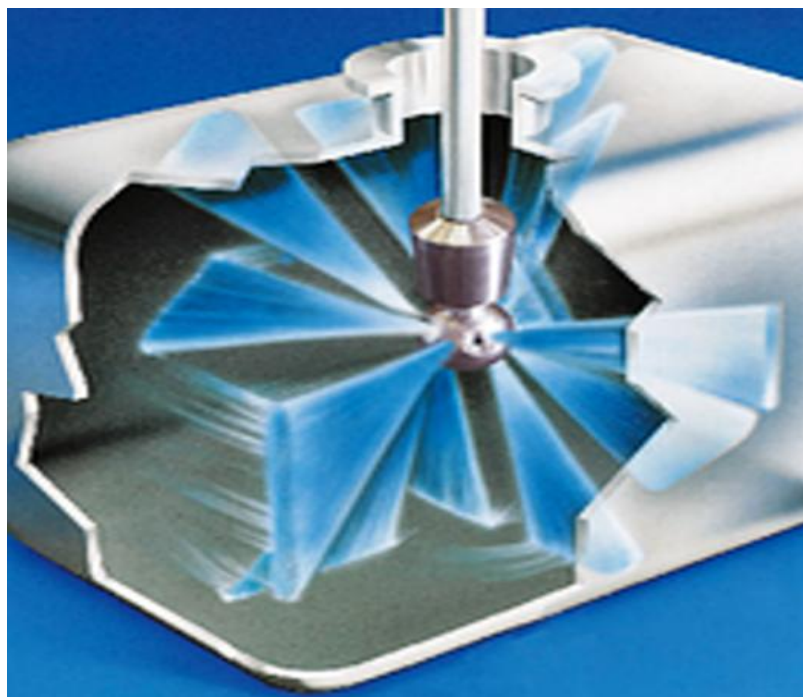


Рис. 1. Схема работы форсунки

2. Сила распыления – усиливает отделение твердых частиц лимонной цедры

Сила распыления обеспечивается посредством:

- поддержания оптимального рабочего давления для определенного типа форсунки
- согласования радиуса действия и объемного потока с размерами емкости
- концентрации струй на наиболее загрязненных участках, например, 270° вверх/вниз

Слишком высокое давление уменьшает размер капель, поэтому для эффективности очистки действует правило: больший объемный поток эффективнее, чем большее рабочее давление.

3. Положение – оптимальное направление на цель

В соответствии с зоной действия форсунки, обычно горизонтально в центре, вертикально в верхней четверти ёмкости, в зависимости от высоты уровня жидкости

При гидравлическом распылении основным фактором энергетического воздействия, приводящим к распаду жидкости на капли, является давление нагнетания. Проходя через распыляющее устройство (материальное сопло или форсунку), жидкостной поток, во-первых, приобретает довольно высокую скорость, во-вторых, преобразуется в форму, способствующую быстрому распаду (струя, пленка, крупные частицы, в зависимости от принадлежности распылителя к тому или иному классу).

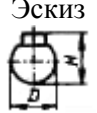
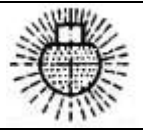
Эскиз 	Размеры, мм		Высота, Н	Объемный расход, м ³ /ч	Диаметр внутреннего корпуса емкости, мм
	Диаметр				
	D	d			
	28	28	28	5	1,0-2,0
	93 93	52 52	120 120	50 60	6,0-8,0 8,0-10,0

Рис.2. Возможные параметры работы форсунки

Процесс образования монодисперсных капель делится на два этапа. На первом этапе из сопла вытекает струя жидкости, которая постепенно удлиняется, достигая некоторого равновесного объема V_p . На этом этапе действуют гидростатические силы F_r , силы поверхностного натяжения F_n , импульсный перенос (распределение скорости жидкости в сопловом канале принимается параболическим) F_m , силы сопротивления F_c и инерции F_i

$$F_r = \pi d_k^2 g \Delta P (2 \div 3 \cos \alpha - \cos^3 \alpha) / 12$$

где α - угол отклонения оси струи от вертикали.

$$F_n = \pi \sigma d_c$$

$$F_m = (\pi/3) \rho_{ж} w_c^2 d_c^2$$

$$F_c = (\pi/8) d_k^2 c_k \rho_{ж} w_c^2$$

$$F_i = \frac{(\rho_{ж} + 0,5 \rho_r) G_{ж}^2}{3\pi \left(\frac{6}{\pi}\right) 2 \sqrt[3]{V}^{2/3}}$$

Баланс сил, действующих на струю на первом этапе, определяется уравнением

$$F_r + F_m = F_n + F_c + F_i$$

На втором этапе капли начинают отрываться от конца струи в месте наибольшего сужения. Диаметр сужения d_s уменьшается в соответствии с уравнением

$$d_s = d_c (1 - w_{жс} / 2 w_c)^{0,5}$$

Тогда критерием отрыва в момент времени $t = t_0$ будет $d_s = 0$ или $w_{жс} = 2 w_c$. Силы, действующие на втором этапе на отделяющую частицу, записываются в виде следующих уравнений:

$$F_n = \pi \sigma d_k$$

$$F_c = (\pi/8) d_k^2 c_k \rho_{ж} \left[w_k + \frac{d}{dt} (dk) \right]^2$$

$$F_m = (\pi/4) \rho_{ж} (2w_c - w_k)^2 d_c^2 (1 - w_k / 2w_c)$$

$$F_i = (\rho_{ж} \div 0,5 \rho_r) \left(V \frac{dw_k}{dt} + w_k \frac{dV}{dt} \right)$$

Гидростатические силы рассчитываются для каждого момента времени и записываются аналогично уравнению $F_r = \pi d_k^2 g \Delta P (2 \div 3 \cos \alpha - \cos^3 \alpha) / 12$

Процесс отрыва капель во времени определяется соотношением с уравнением баланса сил, аналогичным $F_r + F_m = F_n + F_c + F_i$

Список литературы:

1. Пажи Д.Г., Галустов В.С. Основы техники распыливания жидкостей. М.: Химия. 1984
2. http://mppnik.ru/publ/molochnaja_promyshlennost/mochnye_ustrojstva_emkostej_zarubezhnogo_proizvodstva/7-1-0-809
3. <http://hennlich.prom.ua/p19422111-forsunki-lechler-dlya.html>

УДК 637.5

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Е.И. Верболюз, Е.В. Кобыда

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

elenaverboloz@mail.ru

Процесс прессования макаронных изделий характеризуется большими удельными затратами энергии, что требует введения инновационных технологий. Известно, что в настоящее время большим спросом у потребителей пользуются макаронные изделия с укропом, петрушкой, томатной пастой и т.д. Добавки могут снижать прочностные и варочные свойства изделий в худшую сторону, что требует повышения давления при прессовании или применения новых физических способов обработки макаронного теста. Немецкая фирма «Бюллер» и итальянская фирма «Паван-мамримпьянти» являются ведущими предприятиями, выпускающими оборудование для прессования макаронных изделий. Выпускаемое ими оборудование рассчитано на высококачественное сырьё и не учитывает кинетику изменения структурно-механических свойств и химического состава теста. Поставлена задача изучить изменение этих процессов в присутствии поля ультразвука. Проведенный патентный поиск показал, что вибрации перспективны в технологических процессах производства макаронных изделий. Аналогов технологии прессования макаронных изделий в поле ультразвука в настоящее время не обнаружено.

Эффекты при прессовании теста проявляются в различной степени в зависимости от частоты и амплитуды колебаний, способа подведения вибраций к матрице или к шнековой трубе макаронного пресса. Выявлено, что при ультразвуковом прессовании имеет место ряд отличий от низкочастотного вибрационного формования:

- значительное снижение сил трения и необходимых давлений прессования макаронного теста в матрице пресса;
- местное выделение тепла непосредственно на поверхности формируемых изделий;
- при соприкосновении с вибрирующими фильерами матрицы обнаружен эффект «наклепа» и «цементации» поверхностного нанослоя изделия;
- предел прочности макаронных изделий возрастает за счёт увеличения пластичности и снижения внутренних напряжений и плотности дефектов;
- выделяемая влага на поверхности изделий за счет звукокапиллярного эффекта является хорошей смазкой при прохождении через фильеры;
- ресурс пресс-формы увеличивается при применении высокочастотных (ультразвуковых) механических колебаний матрицы.

Применение ультразвуковых генераторов и излучателей приводит к снижению эффективности работы установки [1]. Существующие методики расчета ультразвуковых волноводных систем требуют уточнения влияния нагрузки, что возможно при дополнительных исследованиях на моделях макаронного пресса.

На кафедре ТППиТ НИУ ИТМО проведены эксперименты, связанные с разработкой макаронного пресса с ультразвуковым устройством по выработке макаронных изделий с наложением ультразвука (20000 Гц) на матрицу [2]. Они показали, что имеется недостаточно теоретического материала для глубокого понимания физической сущности процесса и методик снижения энергетических затрат. Объясняется это, в большей степени, отсутствием обобщающих данных теоретического и экспериментального характера такой технологии.

Выявлено, что в начальный момент уплотнения теста ультразвук вызывает уменьшение сил сцепления и трения между частицами. Вследствие этого, набухшие частицы получают дополнительную возможность проскальзывания и укладываются более плотно. Это приводит к увеличению, по сравнению со статическим уплотнением, доли направленных и ориентированных по ходу

движения теста структурных деформаций, уменьшению необходимых давлений и энергоемкости процесса.

Ожидаемый экономический эффект за счёт снижения затрат электроэнергии и повышения качества макаронных изделий - до 15-20% [3]. Предлагаемая технология менее требовательна не только к качеству муки, но и позволяет использовать растительные добавки без снижения потребительских свойств изделий.

В настоящее время проводится модернизация действующей лабораторной установки с переводом ее на компьютерное программирование и автоматическую регистрацию показаний процесса прессования макаронных изделий. Схематически экспериментальная установка изображена на рис. 1.

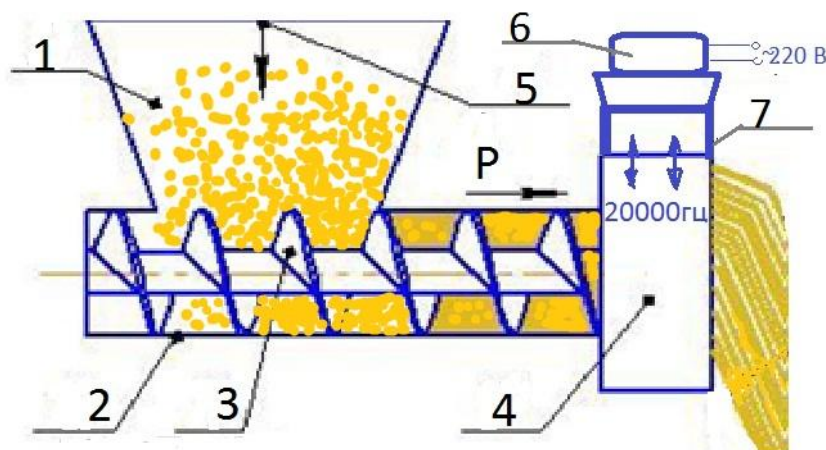


Рис. 1. Схема ультразвукового пресса с радиальным подведением колебаний: 1 –бункер, 2 – шнековая труба, 3 – шнек, 4 – матрица с накладной гайкой, 5 – тесто, 6 – магнитострикционный преобразователь, 7 – экспоненциальный ультразвуковой концентратор, P – давление перед фильерами матрицы.

В качестве технологической оснастки использовалась стальная цилиндрическая зажимная гайка, связанная болтовым соединением с концентратором ультразвукового устройства Волна – М УЗТА-1/22-0Рв. К матрице, закрепленной зажимной гайкой, в радиальном направлении подводились ультразвуковые (УЗ) колебания, а вдоль перпендикулярной оси одновременно прикладывалось статическое давление прессования P. Следовательно, матрица являлась частью акустического волновода, а собственная резонансная частота УЗ колебаний всей акустической системы составляла 20 кГц. Интенсивность УЗ воздействия на прессуемое тесто от вибрирующих фильер матрицы вручную задавалась выходной электрической мощностью УЗ генератора. Для сравнения макаронные изделия прессовались обычным одноосным статическим прессованием (без УЗВ), так и с наложением УЗ колебаний. Даже без использования инструментальных методов видны различия: образцы, приготовленные прессованием с использованием УЗ воздействия на тесто, более гладкие, блестящие и однородные на срезе. На этом этапе основное внимание уделялось определению снижения общих энергетических затрат пресса с ультразвуковым устройством и содержанию традиционных дефектов (поры, включения), присущих промышленным методам прессования. При соответствующем подборе мощности ультразвукового устройства энергетические затраты пресса можно понизить, а обнаруженные в образцах дефекты устраняются выбором условий и оптимизацией режимов докавитационного прессования.

Результаты проводимых нами экспериментов показывают, что ультразвук является эффективным способом воздействия на структуру деформированного теста с целью улучшения его свойств. Предварительные эксперименты показали, что использование ультразвука существенно снижает затраты энергии на 30% и более. Обработка опытных данных показывает, что резко снижается давление при формировании макаронного теста и повышается производительность оборудования. Полученные результаты показали необходимость дальнейшей оптимизации режимов пресс-

сования макаронных изделий в поле ультразвука и эффективность применения. По данной теме подана заявка на изобретение «Макаронный пресс» [3].

Список литературы:

1. Хмелёв В. Н., Цыганок С. Н., Хмелёв С.С., Лебедев А. Н. Ультразвуковой аппарат для интенсификации процесса прессования волокнистых материалов Tenth international conference and seminar on micro/nanotechnologies and electron devices EDM'09. Новосибирск: НГТУ, 2009. С. 285 – 288.

2. Антуфьев В. Т., Верболоз Е.И., Кобыда Е.В., Корниенко Ю.И. Заявка на изобретение «Макаронный пресс». Москва, ВНИИГПЭ № 2013119015 от 23.04.2013г.

3. Кобыда Е.В., Антуфьев В.Т., Верболоз Е.И. Обоснование эффективности прессования макаронных изделий в поле ультразвука. [Электронный ресурс] Электронный научный журнал «Процессы и аппараты пищевых производств». Санкт-Петербург: НИУ ИТМО ИХиБТ. 2013. №2.

УДК 664.656.3

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ ОХЛАЖДЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ СПИРАЛЬНОГО КОНВЕЙЕРА КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

А.С. Пастухов, В.Б. Данин

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

artem.pastukhov1984@gmail.com

Одной из финишных операций процесса производства хлебобулочных изделий является процесс охлаждения только что вышедшего из печи хлеба. За ней в технологической цепи следуют участки нарезки и упаковки хлебобулочных изделий. Именно эти операции и вызывают необходимость охлаждения хлеба, так как из-за адгезионных свойств мякиша свежесвепеченного хлеба при высоких температурах невозможно аккуратно нарезать продукцию [1]. Качественная нарезка возможна лишь при температуре не выше 37 °С. Упаковывание горячего неостывшего изделия в пленку также нежелательно, так как приводит к конденсации испаряемой влаги на внутренних стенках упаковки и к последующему намоканию корки и развитию микроорганизмов на поверхности продукта.

Более того, после выхода из печи хлеб начинает интенсивно терять влагу и усыхать (усушка составляет 4,5...4,7%). Для крупных хлебозаводов, производящих около 170 000 кг продукции в сутки, потери на усушку могут составлять до 9 т. Более того, исследование распределения значительной величины внутренних потерь (брака) на предприятии ОАО «Пензенский хлебозавод №2» при производстве хлеба «Пеклеванного» показало, что потери из-за черствения хлеба составляют более 70% от общей величины брака данного вида изделий [2]. Доказано, что для уменьшения усушки необходимо быстро охладить изделия, а затем хранить в условиях замедляющих усыхание и черствение [3].

Экспериментальные исследования проводились на хлебе, который был изготовлен в лаборатории и охлаждался после выпечки, путём естественной и принудительной конвекции. Выпечка производилась в специальных параллелепипедных хлебопекарных формах с крышками. Таким образом, на выходе получался продукт, имеющий форму параллелепипеда.

Процесс охлаждения путём естественной конвекции проводился в помещении, в котором измерялись температура и относительная влажность воздуха. Во время проведения экспериментов регистрировались изменение температуры в центре буханки и потеря массы, которая определялась путем вычисления разницы масс буханки до и после охлаждения с использованием весов Mettler PE 3600 precision scale. Охлаждение путем принудительной конвекции проводилось в климатической камере Votsch VC 7018 (Votsch -Lindenstrath, Германия), оснащенной контролерами температуры и относительной влажности. Скорость воздуха измерялась с помощью анемометра VelociCalc 8355 (TSI, MN, США), и колебалась в пределах 1.5-2.5 м/с.

Время охлаждения определяется временем необходимым для достижения в центре буханки температуры 30 °С. Измерения температуры в середине мякиша и температуры корочки были проведены в течение 12 000 секунд через каждую секунду с помощью термодатчиков, подключенных к системе сбора данных Grant data-acquisition system (UK). Показания изменения температуры и относительной влажности воздуха во время охлаждения снимались и обрабатывались системой сбора данных DataLog 20 (AOIP, Orangis, Франция), термодатчиками К-типа, а также регистратором данных Hygrolog (Rotronic, Bassersdorf, Швейцария). Влажность мякиша и корочки после охлаждения определялась гравиметрически, путем отбора проб и нагревания их в течение 1,5 часа при 130 °С.

После проведения ряда экспериментальных исследований были получены данные для выбора начальных и граничных условий. И на основе аналитического выражения коэффициента теплопроводности [4] была построена математическая модель охлаждения хлебобулочных изделий, показавшая высокую сходимость вычисленных значений с результатами экспериментальных исследований [5].

Моделирование основывается на втором законе Фурье для теплопередачи и на законе Фика для массопередачи. Затем была построена вычислительная система параметров охлаждения, позволяющая производить вычисления различных параметров связанных с охлаждением хлебобулочных изделий различного ассортимента[6].

В настоящее время охлаждение и хранение выпеченных изделий до отпуска их в торговую сеть осуществляется несколькими путями: в остывочных камерах на неподвижных поддонах или тележках, в вакуумных установках, и в тоннельных или спиральных конвейерных установках[7]. Применение спирального конвейерного устройства, позволяет снизить продолжительность охлаждения до температуры хранения 20-25°C, практически, в два раза по сравнению с традиционным способом охлаждения. В тоже время усушка снижается на 0,5-0,9% [8].

Основной задачей управления установки охлаждения на основе спирального кулера является поддержание температуры изделия путем стабилизация температуры, скорости и влажности воздуха вблизи поверхности охлаждаемых хлебобулочных изделий в заданных пределах, а также скорости движения конвейера. При помощи разработанной вычислительной системы в задачнике вычисляется и задается требуемое для охлаждаемого вида продукции значения регулируемых параметров и формируется заданное значение, которое в блоке рассогласования сравнивается с текущими значениями регулируемых параметров. Сигнал рассогласования поступает на формирующее устройство, где формируется сигнал, обеспечивающий срабатывания исполнительных механизмов, оказывающих регулирующие воздействия.

Для оценки степени влияния возмущений и управляющих воздействий на температуру поверхности буханки рассмотрена параметрическая схема спирального конвейера, представленная на рис.1.

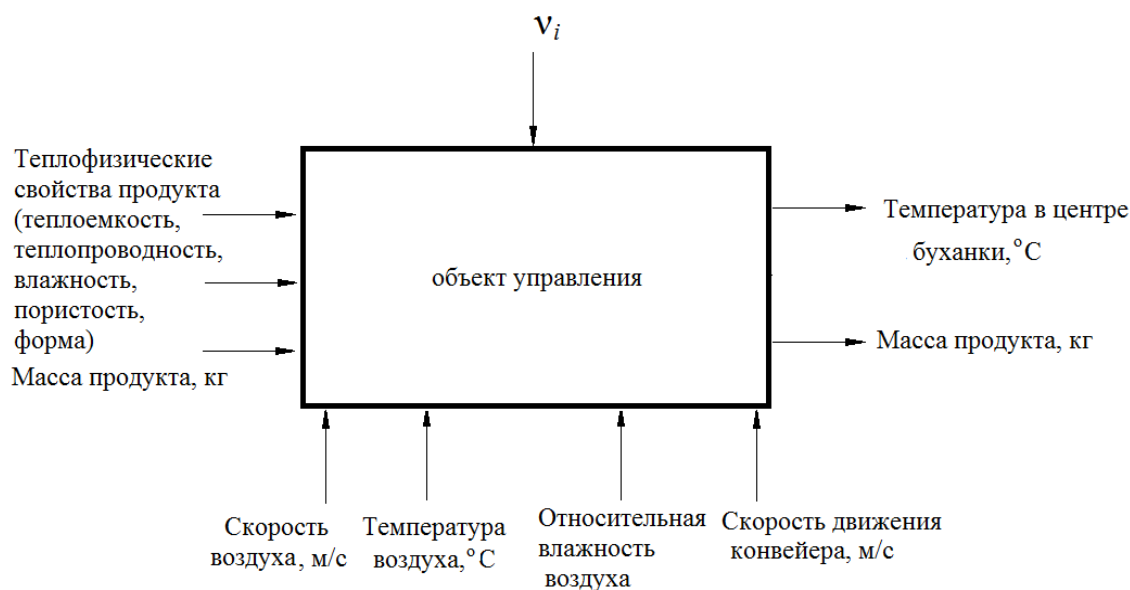


Рис.1 Параметрическая схема объекта управления

Технологические параметры процесса охлаждения непосредственно влияют на температуру и массу изделия (выходные параметры), а также на время самого процесса. Входными параметрами являются теплофизические свойства продукта, форма и масса свежеспекаемых изделий. Данное разнообразие входных параметров делает процесс охлаждения хлебобулочных изделий многофакторной задачей. Контролируемые параметры процесса охлаждения включают в себя температуру, влажность и скорость охлаждающего воздуха, скорость движения продукта на конвейере.

Возмущающие воздействия v_i можно разделить на внешние, внутренние и параметрические. Внешними возмущениями являются внешние теплопритоки через наружные и внутренние ограждения спирального конвейера. Источниками внутренних возмущений являются теплопритоки от горячего свежеспекаемого хлеба, осветительных приборов камеры, работающих в камере людей и электродвигателей воздухоохладителей. Параметрические возмущения проявляются в виде изменения коэффициентов теплопередачи и теплоотдачи теплообменных аппаратов (замасливание

внутренней поверхности испарителей, водяной камень в конденсаторе, ржавчина его наружной поверхности и т.д.).

В качестве управляющих воздействий в операции охлаждения хлебобулочных изделий выступают изменения температуры, скорости и влажности воздуха вблизи поверхности охлаждаемых хлебобулочных, а также изменение скорости движения ленты спирального конвейера.

Для оценки степени влияния возмущений и управляющего воздействия на показатель качества, определения диапазона управляемости объекта и выбора закона регулирования в качестве дальнейшей работы будет рассмотрена структурно-параметрическая схема объекта, с оценкой функциональных зависимостей звеньев, и проведена работа по определению статических и динамических характеристик объекта.

Список литературы:

1. Данин, В. Б., Пастухов А.С. Механизм естественного усыхания хлебобулочных изделий. Борьба с потерей массы продукта. Хранение и переработка зерна: ежемесячный научно-практический журнал. - Днепропетровск: ООО ИА "АПК-ЗЕРНО", 2010г. № 11 с. 47 – 50.
2. Богомолова В. С., Бычкова А. В., Власова А. Ю, Анализ затрат на качество и причины их возникновения при производстве пищевой продукции. Материалы международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: модернизация и инновационное развитие страны» г. Пенза, 15–16 сентября 2011 г.: в 3 ч. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2011. 1 ч. с. 151 – 153.
3. Пастухов А.С. Практическое применение результатов математического моделирования оптимизации параметров процесса конвективного охлаждения хлебобулочных изделий. Сборник трудов научной конференции. Актуальные проблемы науки и техники. Том II. – Уфа: Нефтегазовое дело, 2010. 360 с.
4. Данин В.Б., Пастухов А.С. Аналитическое выражение коэффициента теплопроводности в процессе охлаждения хлебобулочных изделий. Вестник Международной академии холода. 2011. №2. С.50 – 55.
5. Pastukhov A., Danin V. Model development for fresh baked bread natural and forced cooling. В сборнике: 6th Baltic Conference on Food Science and Technology: Innovations for Food Science and Production, FOODBALT-2011 - Conference Proceedings 2011. С. 209 – 214.
6. Данин В.Б., Пастухов А.С. Разработка вычислительной системы параметров процесса охлаждения хлебобулочных изделий на основе математического моделирования. Процессы и аппараты пищевых производств. 2012. № 1. С. 141 – 148.
7. Алфёров А.А. Проблемы модернизации производства//Хлебопечение России, №1 2005. С. 26-27.
8. Шамшин А.С., Сагдеев А.А. Использование спиральных конвейерных устройств для снижения продолжительности процесса охлаждения и усушки хлебобулочных изделий. Вестник Казанского технологического университета. 2012. № 1. С. 138 – 140.

УДК 637.523.27; 536.25

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ**Б.А. Вороненко, С.Ф. Демидов, Д.А. Ободов**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

demidovserg@mail.ru

В работе [1] поставлена и решена аналитически краевая задача совместного тепло- и массопереноса в слое морской капусты при её термической обработке энергией электромагнитного поля инфракрасного диапазона. Такой вид нагрева является промежуточным между поверхностным и объёмным (энергией СВЧ-поля) [2].

В работе [2] исследования внутренних процессов при ИК-нагреве проводились на образцах толщиной до 5 мм: при указанной толщине вся энергия поля полностью поглощается продуктом. Мощность внутреннего источника тепла принималась убывающей в зависимости от расстояния от поверхности образца — полубесконечной пластины ($0 \leq x < \infty$) — по экспоненциальному закону:

$$\frac{Q_v}{c_q \gamma_0} = A e^{-kx} \quad (1)$$

где Q_v — мощность внутренних источников тепла; c_q — удельная теплоёмкость материала образца; γ_0 — плотность абсолютно сухого вещества; A — мощность ИК-источника; k — коэффициент поглощения ИК-энергии образцом.

Авторами [2] был проведен упрощённый расчёт процесса переноса тепла и массы вещества, используя систему дифференциальных уравнений взаимосвязанного тепло-массопереноса [3] при равномерных начальных условиях и однородных граничных условиях — равных нулю на границе образца ($x = 0$) потенциалов переноса и их производных.

В работе [1] затухание лучистого потока, проникающего в капиллярно-пористый продукт — слой морской капусты в виде неограниченной пластины — описано параболическим законом изменения удельной энергии (мощности электромагнитного поля) от координаты [1, 4, 5]:

$$w(x) = w_0 \frac{x^2 - \lambda_{np}^2}{R^2 - \lambda_{np}^2} \quad (0 < \lambda_{np} \leq x \leq R), \quad (2)$$

где λ_{np} — предельная глубина проникновения инфракрасного излучения в материал, м; R — характерный размер: половина толщины пластины; $w(x)$ — удельная мощность источника тепла, Вт/м³; w_0 — начальная мощность (на поверхности тела).

Смешанными граничными условиями в рассматриваемой задаче [1] задаются потоки теплоты и влаги через поверхность тела.

Аналитическое решение краевой задачи в [1] получено методом интегрального преобразования Лапласа, и распределение полей влагосодержания и температуры в материале имеет следующий безразмерный вид:

$$\Theta(X, Fo) = Ki_m \left[Fo - \frac{1}{6} (1 - 3X^2) - \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{2}{\mu_n^2} \cos(\mu_n X) \exp(-\mu_n^2 Lu Fo) \right]; \quad (3)$$

$$T(X, Fo) = \Phi(X, Fo) + \frac{2\varepsilon Ko Ki_m}{\pi^2 (1 - Lu)} \cos(\pi X) \exp(-\pi^2 Fo) \times \\ \times \left[1 - \exp(\pi^2 Fo (1 - Lu)) \right] + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2(-1)^{n+1}}{\mu_n^2} \times \\ \times \left[Ki_q - Ko Ki_m (\varepsilon + (1 - \varepsilon) Lu) + \frac{2Po}{(1 - R_{np}^2) \mu_n^2} \right] \cos(\mu_n X) \exp(-\mu_n^2 Fo), \quad (4)$$

Анализ полученных решений (3) и (4) показывает, что благодаря быстрому увеличению абсолютной величины последовательного ряда характеристических корней $\mu_n = n\pi$, а следовательно, быстрого уменьшения

$$\Phi(X, Fo) = Fo \left(\frac{Po(1 - 3R_{np}^2(1 - R_{np}^2)) - 3X^2}{3(1 - R_{np}^2)} - \varepsilon Ko Lu + Ki_q \right) + \\ + X^2 \left(\frac{1}{2} Ki_q + \frac{Po}{1 - R_{np}^2} - \frac{1 - \varepsilon}{2} Ko Lu Ki_m \right) - \frac{1}{12} \frac{Po}{1 - R_{np}^2} X^4 - \\ - (1 - \varepsilon) Ko Lu Ki_m + \frac{\varepsilon}{6} Ko Ki_m - \frac{Po}{180(1 - R_{np}^2)} (7 + 15X^4). \quad (5)$$

Уменьшения экспоненциальных сомножителей $\exp(-\mu_n^2 Fo)$ и $\exp(-\mu_n^2 Lu Fo)$, бесконечные суммы, входящие в решения, сходятся достаточно быстро. Поэтому, начиная с определённого значения числа Фурье (или произведения чисел Lu и Fo), с заранее заданной степенью точности из всего разложения можно удовлетвориться одним-двумя первыми членами. Такое упрощение имеет большое практическое значение из-за существенного сокращения объёма расчётной работы и возможности представления общих решений в удобной для практического применения форме.

Так, формулой, удобной для инженерных расчётов полей потенциала влагопереноса, будет следующее выражение, полученное из (3) при $n = 1$:

$$\theta(X, Fo) = Ki_m \left[Fo - \frac{1}{6} (1 - 3X^2) \right] + \frac{2}{\pi^2} \cos(\pi X) \exp(-\pi^2 Lu Fo) \quad (6)$$

Среднее значение безразмерной величины потенциала переноса влаги для упрощенного выражения $f(X, Fo)$ при $n=1$ определяется формулой:

$$\bar{\theta}_{(Fo)} = \int_0^1 \theta(X, Fo) dX = \frac{u_0 - \bar{u}(\tau)}{u_0} = Ki_m Fo, \quad (7)$$

откуда следует формула расчета времени, необходимого для достижения нагревания телом определенного влагосодержания:

$$\tau = \frac{a_m \gamma_0 R(u_0 - \bar{u}(\tau))}{a_q q_m} \quad (8)$$

Решение системы уравнений тепло -и массопереноса дает зависимость процесса инфракрасного нагрева морской капусты от большой группы теплообменных и массообменных чисел (критериев) подобия. Выражения для безразмерных влагосодержания и температуры в

обобщенном критериальном виде можно записать так:

$$\theta = \theta(X, Fo, K_{i_m}, Lu, R_{np}, \varepsilon); T = T(X, Fo, \varepsilon, K_o, K_{i_q}, K_{i_m}, Lu, P_o, R_{np}) \quad (9)$$

Однако, не все критерии в одинаковой мере влияют на ход процесса. Одни из них воздействуют на теплообменные характеристики переноса, другие – на массообменные [3]. Проведено количественное исследование решения (3) и (4).

Из аналитических исследований нестационарных полей потенциалов следует, что при постоянной интенсивности массообмена ($K_{i_m} = \text{const}$) необходимо различать две стадии развития процесса. Первая стадия характеризуется прогревом материала и частичным неустойчивым распределением потенциала массопереноса. В конце первой стадии ($Fo=0,5-0,7$) распределение потенциала массопереноса становится параболическим. Вторая стадия процесса характеризуется дальнейшим развитием полей потенциалов. Эта стадия протекает в упорядоченном или квазистационарном режиме, поэтому для расчета здесь можно использовать упрощенное решение (6).

Наиболее существенное влияние на тепло- и массоперенос оказывает число Lu . Из рис.3 видно, что при малых значениях Lu потенциал массопереноса распространяется значительно быстрее, чем потенциал переноса тепла (температура).

Распределения потенциалов переноса в зависимости от параметра $R_{np} = \frac{\lambda_{np}}{R}$, характеризующего глубину проникновения инфракрасного излучения в материале, показывает, что данный параметр влияет, в основном, на повышение температуры материалом в поверхностных слоях. Аналогично влияние числа Померанцева.

На основе проведенного анализа при работе нестационарных полей потенциалов становится возможным пренебречь частотой чисел подобия и тем самым упростить аналитическую модель молекулярного тепло- и массопереноса:

$$\theta = \theta(X, Fo, K_{i_m}, Lu); T = T(X, Fo, Lu, P_o, R_{np}) \quad (10)$$

Выводы

Проведен компьютерное исследование аналитического решения задачи совместного тепло- и массопереноса при инфракрасном нагреве морской капусты.

Список литературы:

1. Вороненко Б.А., Демидов С.Ф., Ободов Д.А. Математическое описание совместного тепло-массопереноса при инфракрасном нагреве морской капусты [Электронный ресурс]: Электронный научный журнал «Процессы и аппараты пищевых производств» / ГОУ ВПО «Санкт - Петербургский национальный научно-исследовательский университет информационных технологий механики и оптики». - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013.
2. Рогов И. А., Некрутман С. В. Сверхвысокочастотный и инфракрасный нагрев пищевых продуктов. М.: Пищевая пром-сть, 1976. 210 с.
3. Лыков А.В., Михайлов Ю. А. Теория тепло- и массопереноса. М.- Л.: Госэнергоиздат, 1963. 536 с.
4. Рогов И. А., Некрутман С. В., Лысов Г. В. Техника сверхвысокочастотного нагрева пищевых продуктов. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. 200 с.
5. Белобородов В.В., Вороненко Б.А. Решение задачи нагрева тел в электромагнитном поле сверхвысоких частот. // ЖПХ, «Наука» - Ленинградское отделение, № 10, 1984. С. 2276 — 2282.

УДК 664. 8. 039. 51

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ПШЕНИЧНЫХ
ЗАРОДЫШЕЙ ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ СУШКИ****С.Ф. Демидов, Б.А. Вороненко, С.С. Беляева**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

demidovserg@mail.ru

Зародыш – та часть ядра зерен пшеницы, в которой заготовлено всё необходимое для будущего развития и роста злака. Большая часть важных питательных веществ содержится именно в нём. Благодаря полноценному составу, употребление зародышей пшеницы способствует восстановлению энергетического баланса, повышению сопротивляемости организма болезням, препятствовать действию негативных внешних факторов (психо-эмоциональное напряжение, радиоактивное излучение или интоксикация). Однако широкое использование зародышей пшеничных для производства продуктов питания сдерживается их нестойкостью при хранении из-за большого содержания в них ненасыщенных жирных кислот. Они быстро окисляются, что придаёт им неприятный вкус и запах. Для сохранения органолептических показателей необходимо сушить зародыши пшеничные до конечной влажности.

Данная работа посвящена исследованию процесса инфракрасной сушки с электроподводом зародышей пшеничных в зависимости от динамических и конструктивных параметров.

Эксперименты проводились по плану полного факторного эксперимента (ПФЭ) [4] на трёх уровнях типа 3^3 на лабораторной установке, на которой в качестве источника излучения использовались линейные кварцевые излучатели с керамической функциональной оболочкой.

Зародыши пшеничные с влажностью 12% подвергались ИК-обработке при переменных значениях факторов. Температура поверхности верхнего слоя зародышей пшеничных составляла 60 — 65°C.

Измерение температуры поверхности пшеничных зародышей производилось при помощи дистанционного неконтактного инфракрасного термометра Raytek MiniTemp МТ6.

Для снятия температурных полей в центре слоя пшеничных зародышей и на подложке использовались хромель-алюмелевые ТХА 9419-23 термопары градуировки ХА94, с диаметром проволоки 2,5·10-4м

На основе экспериментальных данных были построены графики зависимости температуры (на поверхности продукта, в центре слоя и на подложке) от времени сушки.

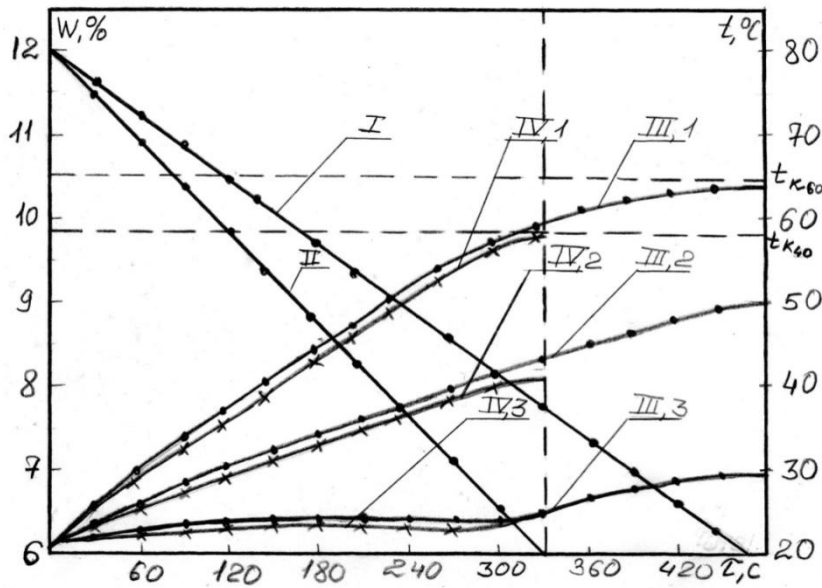


Рис. 1. Кривые процесса сушки инфракрасным излучением неподвижного слоя пшеничных зародышей толщиной 10 мм при плотности теплового потока ИК -излучателя 5,26 кВт/м²: I- $W = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 60 мм; II- $W = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40 мм; III- $t = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 60 мм: 1- на поверхности слоя продукта; 2- в центре слоя; 3- на подложке; IV- $t = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40 мм: 1- на поверхности слоя продукта; 2- в центре слоя; 3- на подложке

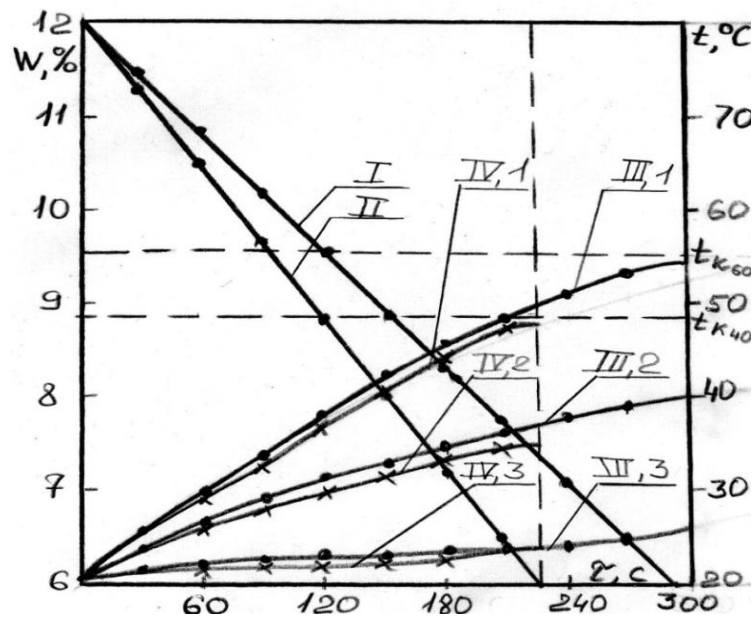


Рис. 2. Кривые процесса сушки инфракрасным излучением неподвижного слоя пшеничных зародышей толщиной 5 мм при плотности теплового потока ИК -излучателя 5,26 кВт/м²: I- $W = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 60 мм; II- $W = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40 мм; III- $t = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 60 мм: 1- на поверхности слоя продукта; 2- в центре слоя; 3- на подложке; IV- $t = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40 мм: 1- на поверхности слоя продукта; 2- в центре слоя; 3- на подложке

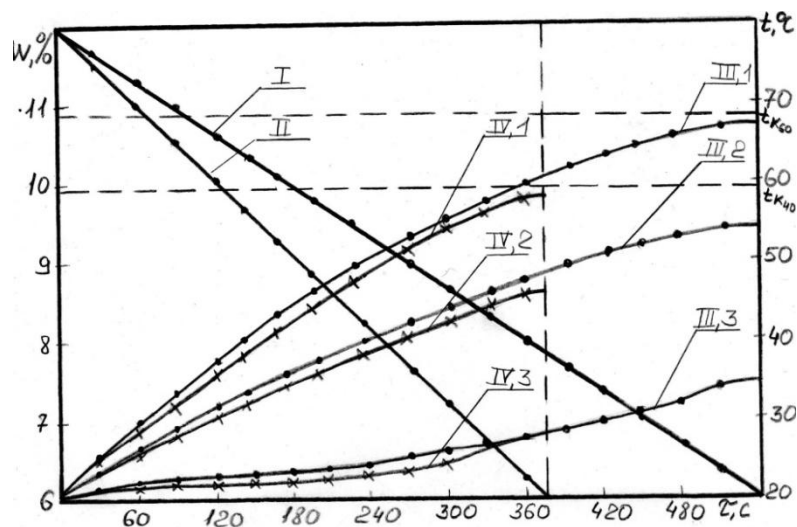


Рис. 3. Кривые процесса сушки инфракрасным излучением неподвижного слоя пшеничных зародышей толщиной 10 мм при плотности теплового потока ИК -излучателя 4,48 кВт/м²: I- $W = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 60 мм; II- $W = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40 мм; III- $t = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 60 мм: 1- на поверхности слоя продукта; 2- в центре слоя; 3- на подложке; IV- $t = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40 мм: 1- на поверхности слоя продукта; 2- в центре слоя; 3- на подложке

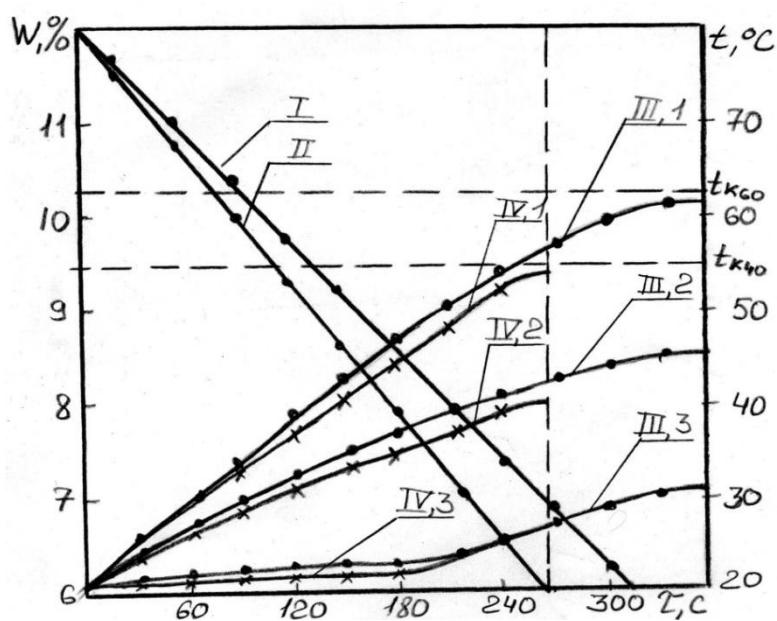


Рис. 4. Кривые процесса сушки инфракрасным излучением неподвижного слоя пшеничных зародышей толщиной 5 мм при плотности теплового потока ИК -излучателя 4,48 кВт/м²: I- $W = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 60 мм; II- $W = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40 мм; III- $t = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 60 мм: 1- на поверхности слоя продукта; 2- в центре слоя; 3- на подложке; IV- $t = f(\tau)$, расстояние от слоя продукта до ИК-излучателя 40 мм: 1- на поверхности слоя продукта; 2- в центре слоя; 3- на подложке

Из кривых сушки следует, что процесс сушки пшеничных зародышей от начального влагосодержания 12% до конечного влагосодержания 6% протекает в периоде постоянной скорости сушки. Длительность процесса сушки в значительной мере определяется толщиной слоя зародышей пшеничных и величиной облучённости. При уменьшении толщины слоя с 10 до 5 мм продолжительность процесса сушки уменьшается примерно в 1,5 раза. При увеличении плотности теплового потока с 4,48 до 5,26 кВт/м² продолжительность процесса сушки уменьшается примерно в 1,2 раза.

Из приведенных температурных кривых можно сделать вывод, что температура на

поверхности слоя пшеничных зародышей находится в пределах от 55 до 67 °С, при этом она не превышает температуру, при которой происходит денатурация белка и, как следствие, потеря питательных свойств продукта.

Из всех выше приведённых графиков следует, что прогрев пшеничных зародышей интенсивней при плотности теплового потока 5,26 кВт/м².

При сушке пшеничных зародышей от начального влагосодержания 12% до конечного 6% температура на поверхности составляет 60±5 °С, температура в слое 40±5 °С и температура на подложке 29±1 °С.

Разработано техническое задание на аппарат для сушки зародышей пшеничных инфракрасным излучением с выделенной длиной волны производительностью 100 кг/ч.

Список литературы:

1. Патент РФ № 2272338. Способ сушки. Демидов С. Ф., Остапенко Е. И., Демидов А. С. Опубликовано 20.03.2006. Бюл. №8.
2. Патент РФ № 2278451. Устройство для сушки электродов. Демидов С. Ф., Остапенко Е. И., Демидов А. С. Опубликовано 20.06.2006, Бюл. №17.
3. Патент РФ №2433364. Демидов С. Ф., Вороненко Б. А., Пеленко В. В., Демидов А. С., Агеев М.В. Способ инфракрасной сушки семян. Опубликовано 10.11. 2011, Бюл. №31.
4. Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии: Учебное пособие для химико-технологических ВУЗов. М.: Высшая школа, 1978. 319с.

УДК 621.3.077

СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ НЕЙРОНА И НЕЙРОРЕГУЛЯТОРА, ПРИГОДНАЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

В. С. Закиричный

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Нейроуправление [1] представляет собой новое высокотехнологичное направление в системах управления. С точки зрения теории управления нейронные сети [2] могут выбираться в качестве модели: объектов управления или непосредственно регуляторов [3], а динамический процесс ее настройки представляет процесс синтеза системы управления [4].

В этой связи проблема синтеза регулятора может рассматриваться с двух позиций, а именно: прямыми методами и косвенными.

Прямые методы синтеза – регулятор реализуется непосредственно на нейросети, используя модель ее структуры [4], косвенные методы синтеза – нейросеть используется в качестве модели объекта управления, а синтез регулятора осуществляется традиционными методами.

Оба метода синтеза дают приемлемые результаты, если математическая модель искусственной нейросети и нейрорегулятора достаточно доступно и адекватно описывает физический процесс передачи информации по нейроволокнам от входа до выхода в системе управления.

Дадим формализованную зависимость передачи информации в искусственной нейросети:

$$y = F\left(b + \sum_{i=1}^k w_i x_i\right), \quad (1)$$

где упрощенная структура показана на рис.1.

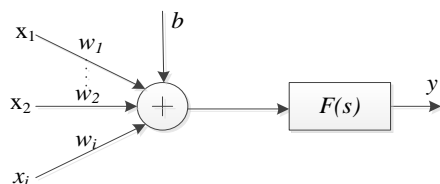


Рис.1 Упрощенная структурная схема нейрона

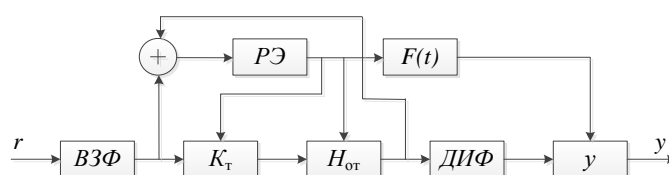


Рис.2 Функционально алгоритмическая схема нейрорегулятора

где ВЗФ – времязадающий фильтр, K_T – идеальный ключ, РЭ – релейный элемент, Δ – зона нечувствительности, H_T – фиксатор нулевого порядка, ДИФ – дифференциатор, $F(t)$ – корректирующее устройство, y – усилитель с регулируемым коэффициентом λ_n .

Выходная переменная y является нелинейной функцией взвешенной суммы входных переменных, где b – величина смещения, w_i – весовые коэффициенты (синапсы), $F(s)$ – функция активации, параметры нейрона $aw_b, F(s)$ можно настраивать. Наиболее часто в качестве активационной функции используют, так называемый сигмоид, в теории управления это – инерционное звено первого порядка или идеальный интегратор.

$$F(s) = \frac{1}{1 + e^{-st}}, \quad F(s) = \frac{1}{s} \quad (2)$$

Поскольку, как показали исследования, передача информации по нейронной сети имеет нелинейный импульсный характер, то при использовании (2) имеет место сигмогеральная частотная модуляция, а при использовании (3) – интегральная частотная модуляция.

Используя зависимости (1-3) и определение биологической формы передачи информации между нейронами по искусственной нейронной сети, выражающиеся в формировании импульсной последовательности, можно показать связь, между входом и выходом нейрона следующей нелинейной зависимостью

$$w \frac{d\rho}{dt} + c g(\rho) = v(t) - \Delta \text{Sign}(|\rho| - \Delta) \quad (3)$$

$$\mu(t) = \text{Sign}(\rho) \delta(|\rho| - \Delta)$$

где $v(t)$ – входной сигнал нейрона (синапс); $\rho(t)$ – выходной сигнал функции активации (или время задающего фильтра); Δ – величина порогового уровня функции активации; $\delta(|\rho| - \Delta)$ – дельта функция; ω – частота следования импульсов; c – некоторая постоянная, характеризующая функцию активации, если $c = 0$ сигма-частотная модуляция вырождается в интегрально-частотную; $\mu(t)$ – выходная величина.

На основании формализованной модели по зависимостям (3) можно построить модель нейрона в виде алгоритмической структурной схемы (рис. 2), по которой на выходе нейрона (ваксоне) формируется импульс (δ -импульс) каждый раз, как только выходная величина времязадающего фильтра (активатора) ρ достигает значения величины порогового уровня Δ , после чего время, задающий фильтр обнуляется (его выходная величина становится равной нулю). Полярность импульса на выходе нейрона ($\delta|\rho| - \Delta$) определяется полярностью входного сигнала, а частота их следования функцией веса синапса $\text{car}(i)$ в зависимости (3).

Определение математической модели нейрона, формирование импульсной последовательности в ваксоне – задача нелинейного математического моделирования. Его эквивалентная математическая модель может быть определена лишь приближенно. Для целей определения математической модели, как и для многих нелинейных зависимостей, не относящихся к гладким функциям, можно применить разложение в ряд Фурье с ограничением использования только первых членов ряда.

Предлагается на базе искусственной нейронной сети и математическом описании нейрона, построить модель нейронного регулятора с адаптивными свойствами, структурная схема которого показана на рис.2.

Следуя процедурам определения коэффициентов квазигармонически линеаризованной модели нейрона, изложенным в [1].

Эквивалентный комплексный коэффициент передачи модели примет вид

$$W(a, \omega) = \left(\frac{1 + \cos \psi^*}{2\Delta} \right) \frac{\xi}{\sin \xi} e^{-i\xi}, \quad (4)$$

где $\xi = \frac{\omega\Delta}{2a}$, $0 < \psi^* < \pi/2$, $c=0$

Если функция активации (время – задающий фильтр) имеет вид апериодического звена первого порядка и в уравнениях (3) параметр $c \neq 0$, то эквивалентный комплексный коэффициент передачи модели нейрона примет вид:

$$W(a, j\Theta) = R(a, \Theta) e^{-i\varphi(a\Theta)} = \frac{(1 + \cos \psi^*)}{2\Delta} \cdot \frac{\frac{\pi\Theta}{2a}}{\sin\left(\frac{\pi}{2} \ln \frac{A}{A-1}\right)} e^{-j\Theta} \quad (5)$$

где $0 < \psi^* < \pi/2$, $\Theta = \frac{\omega}{\pi}$, $\frac{a}{c\Delta} = A$

Соотношения (4) и (5) позволяет спроектировать нейрорегулятор со свойствами адаптации, структурная алгоритмическая схема которого может быть представлена, как на рис.2.

Список литературы:

1. Динисенко В.В. Компьютерное управление техническим процессом, экспериментом, оборудованием Москва, Горячая линия. Телеком 2009.
2. Вавилов А.А., Закиричский В.С. Исследование автоматических систем с частотно-импульсной модуляцией по нормированным ЛЧХ. //Известие ВУЗов. Приборостроение. 1969. Т. XII. №5. С. 35 – 40.
3. А. с. 932611. СССР. Частотно импульсный модулятор Вавилов А.А., Закиричский В.С. и др. // Бюл. Изобрет. 1980, №7.

4. Бахтин А.В., Жукова Ш.С., Русинов Л.А. Оптимальная структура нейронной модели для системы управления качеством бумаги. Сборник докладов 12 Метод народной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях» (ММТТ-12) том 5, секция II, Великий Новгород, Новгородский государственный университет, 1999. с. 5 – 6.

5. Закиричный В.С. Типовые законы управления в регуляторе дискретного действия переменным периодом квантования.// Известия ВУЗов квантования СССР «Электромеханика». 1991. №5. с 41 – 46.

УДК 644.8:658.562.5

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ РЕФЛЕКТОРА В ИК-СУШИЛКЕ НА ПРОЦЕСС СУШКИ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ**Л.В. Киптелая, А.Н. Загорулько**

Харьковский государственный университет питания и торговли г. Харьков, Украина

match_andrey@mail.ru

Постановка проблемы в общем виде. На сегодняшний день актуальной задачей пищевой промышленности является создание продуктов с высоким содержанием биологически активных веществ (БАВ). Одним из путей повышения качества продуктов питания и усовершенствования структуры питания населения является введение в рацион нетрадиционных видов растительного сырья.

Пищевая ценность плодоягодной сырья обусловлена их энергетической, биологической, физиологической, лечебно-профилактической, органолептической ценностью и безопасностью.

Биологическая ценность плодоягодного сырья и продуктов их переработки определяется содержанием в них биологически активных и в том числе незаменимых веществ: воды, минеральных, криков, трагических веществ - углеводов, азотных соединений, жиров, витаминов, органических кислот, дубильных, ароматических, красящих и других веществ.

Физиологическая ценность плодово-ягодного сырья обусловлена наличием в них органических кислот, глюкозы, сахара. Лечебно-профилактическая ценность сырья связана с содержанием витаминов А, С, Р группы В, РР, пектина, клетчатки, минеральных элементов, некоторых аминокислот, органических кислот. Пектин используют для лечения заболеваний желудка и кишечника. Витамины и пектин способны удалять из организма тяжелые токсичные металлы, радионуклиды.

Один из перспективных способов консервирования плодово-ягодного сырья с возможностью максимального сохранения БАВ, и легкого восстановления при применении в пищевой промышленности является использование инфракрасного излучения (ИК). Оборудование ИК-сушилок по сравнению с другими видами имеет значительные преимущества, а именно: простота конструкции, невысокая температура сушки и одновременная стерилизация продукции при технологической обработки. Удаление влаги из плодово-ягодного сырья путем высушивания до конечной влажности 4...8% позволяет дальнейшее хранение в обычных условиях.

При использовании инфракрасного излучения в сушильных установках главной проблемой является достижение равномерности распределения теплового потока на приемную поверхность. Поскольку мы используем ИК-излучение с определенной длиной волны, равномерность распределения теплового потока от кварцевого излучателя зависит от формы и геометрического размещения рефлектора. В связи с этим нами была разработана экспериментальная конструкция ИК-сушилки, которая позволяет исследовать процесс термической обработки и его моделирования в зависимости от формы рефлектора и его геометрического размещения.

Анализ последних исследований и публикаций. В работах [1-3] рассматривались теплотехнические системы с одним излучателем и рефлектором. Были решены ряд обратных задач по определению профилей отражателей, благодаря которым тепловые потоки должны распределяться на цилиндрических приемниках произвольных сечений по заранее заданным законам.

ИК-сушилки только с одним излучателем имеют ограниченную мощность, а, следовательно, не всегда могут обеспечить нужную интенсивность облучения рабочего тела. Кроме того, в таких теплотехнических системах излучатель и отражатель располагаются непосредственно над продуктом, который подлежит тепловой обработке, и поэтому быстро загрязняются и покрываются конденсатом.

Этих проблем можно частично избежать, если установить два рефлектора, которые вынесены за края плоского приемника (лотка) тепловой энергии.

Цель и задачи статьи. Исследовать и проанализировать влияние геометрии размещения рефлектора на равномерность распределения теплового потока на плоскую приемную поверхность.

Изложение основного материала исследований. Для исследования процесса ИК-сушки

плодово-ягодного сырья и исследования равномерности распределения теплового потока в зависимости от геометрического размещения рефлектора была использована экспериментальная ИК-сушилка (рис.1). Которая состоит из теплоизолирующего корпуса 1, лотков с продуктом 2, направляющих лотков 3, нагнетателя воздуха 4, распределительной решетки потока воздуха 5, рефлектора 6, ИК-излучателей 7, патрубка отвода конденсата 8 и стоек 9.

Для определения равномерности распределения теплового потока в экспериментальной ИК-сушилке, нужно рассмотреть ее теплотехническую систему. На рис. 2 представлено сечение экспериментальной ИК-сушилки плоскостью, проведенной нормально осям излучателей состоит из кварцевого прямолинейного ИК-излучателя 1, рефлекторов 2 и плоского приемника тепловых лучей (лотка с сырьем) 3.

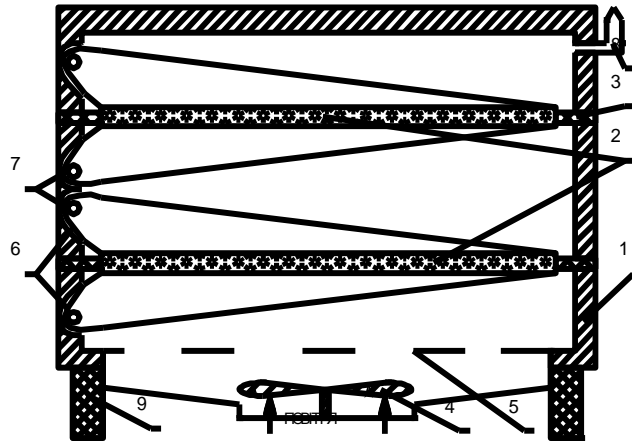


Рис. 1. Экспериментальная ИК-сушилка плодово-ягодного сырья

Надо определить профили двух цилиндрических рефлекторов из условий, что плотность облучения приемника является постоянной величиной во всех точках на его поверхности. Исследование будем вести в двумерной постановке. Вводим следующие обозначения: a – половина ширины приемника 3, h – высота расположения излучателей над поверхностью рабочего тела, d – расстояние в сушильщике направлении концов излучателей от середины приемника.

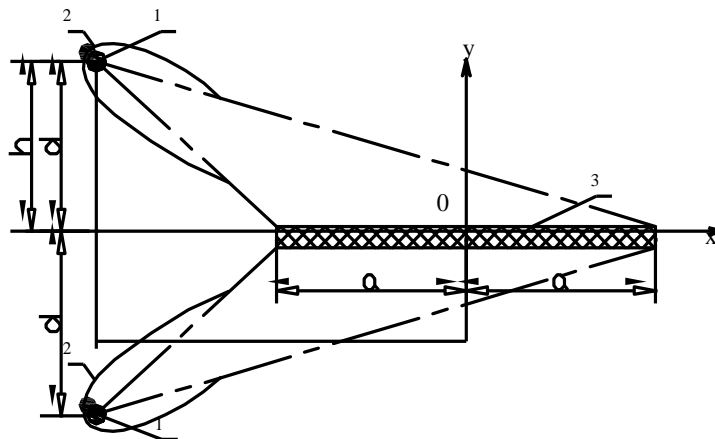


Рис. 2. Схема теплотехнической системы экспериментальной ИК-сушилки

Очевидно, что плотность облучения $q = \text{const}$ рабочего тела состоит из двух величин:

$$q = q_1(x) + q_2(x), \quad (1)$$

где $q_1(x)$ - плотность облучения приемника лучами, которые поступают непосредственно от излучателя;

$q_2(x)$ - плотность облучения приемника лучами, которые отражаются от поверхности рефлекторов (декартовы оси O_x и O_y проходят так, как это показано на рис. 2).

Но

$$q_1(x) = q_{1L}(x) + q_{1R}(x), \quad q_2(x) = q_{2L}(x) + q_{2R} \quad (2)$$

где буква L в индексах означает, что введенная в рассмотрение величина касается верхнего излучателя, а R - нижнего.

Если излучатели и отражатели одинаковые, а именно этот случай мы и будем изучать, то очевидно, что: $q_{1R}(x) = q_{1L}(-x)$, $q_{2R}(x) = q_{2L}(-x)$,

Предположим, что один погонный метр каждого источника излучает E единиц энергии в секунду. Тогда, если пренебречь затратами энергии на пути к рабочему телу, плотность теплового потока на приемнике равна:

$$q = \frac{2E}{2a} = \frac{E}{a} \quad (3)$$

Плотность облучения $q_1(x)$ можно установить, если воспользоваться соответствующей формуле по труду [1].

$$q_1(x) = \frac{Eh}{\pi} \cdot \frac{1}{(x+a)^2 + h^2} \quad (4)$$

Итак, согласно (3)

$$q_2(x) = \frac{E}{\pi a} \cdot \left[\pi - \frac{ha}{(x+a)^2 + h^2} \right] \quad (5)$$

Теперь, пользуясь выводами цитируемых выше работ можно определить форму сечения рефлекторов.

Предложенное размещение рефлекторов на соответствующем уровне должны обеспечивать равномерное распределение теплового потока от излучателей на плоской приемной поверхности, а, следовательно, и равномерный нагрев растительного сырья, как на верхней поверхности приемника, так и на нижней. А это, в свою очередь, обеспечит равномерное высушивание плодоягодного растительного сырья.

Выводы. Поскольку главной проблемой при проектировании ИК-сушилок является попытка получить равномерное распределение инфракрасного излучения на приемной поверхности. Нами была с проектирована экспериментальная сушилка, позволившая исследовать равномерность распределения теплового потока с рационального выбора геометрической формы рефлекторов. В следующей работе планируется предоставить более подробную математическую обработку экспериментальных данных, подтверждающие целесообразность выбора такого размещения рефлекторов.

Список литературы:

1. Плевако В.П. Визначення форми рефлектора для рівномірного обігрівання пласкої поверхні [Текст] / Плевако В.П., Сасенко С.Ю. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції „Сучасні проблеми геометричного моделювання”, Україна, Львів, 20-23 жовтня.- Львів-2003. С. 191 – 194.
2. Плевако В.П. Визначення форм рефлекторів теплотехнічних установок, які забезпечують заданий розподіл тепла на приймачах довільних перерізів [Текст]/Плевако В.П., Сасенко С.Ю.// Геометричне та комп’ютерне моделювання. Збірник наукових праць. Харків. 2007. Вип. 17. С. 75 – 90.
3. Плевако В.П. Визначення форм рефлекторів теплотехнічних установок із приймачами тепла, що мають перерізи у вигляді довільних ламаних ліній [Текст]/Плевако В.П., Сасенко С.Ю.//Геометричне та комп’ютерне моделювання. Збірник наукових праць. Харків. 2008. Вип. 20. С. 53 – 67.

УДК 664.03, 664.08, 621.926

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ**Г.В. Алексеев, Е.В. Кравцова**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

kev90@bk.ru

Интенсификация технологических процессов является одним из основных направлений технического прогресса в пищевой промышленности. Наряду со значительным увеличением объемов выпускаемых объемов различных наименований напитков, перед промышленностью газированных напитков стоит задача по улучшению качества и ассортимента выпускаемой продукции при наиболее полном и рациональном использовании сырья.

При производстве вод, соков, морсов, а так же газированных напитков широко применяются процессы резания, дробления и измельчения, которые существенным образом оказывают влияние на качество сырья и готовой продукции.

В настоящее время процесс измельчения фруктов и овощей для достижения необходимого размера, формы, и непосредственно, получения сока осуществляется в основном с помощью соковыжималок, дробилок, блендеров, относительно медленно вращающихся ножей и неподвижных решеток при непрерывной подаче сырья.

Известно, что в блендерах режущая кромка ножа расположена по радиусу, и при вращательном движении линейная скорость режущей части ножа изменяется пропорционально радиусу, что приводит к неоднородности измельчения. Структура полученной массы в сечении получается неоднородной, хорошо измельченной на периферии и хуже - ближе к оси вращения. Конструктивные изменения режущей кромки, например придание ей серповидной формы или использование разных углов заточки, позволит получить более однородное измельчение.

Что касается измельчения плодов и овощей на части, то более целесообразно осуществлять резку не вращением, а применив способ возвратно-поступательного движения ножа в противофазе. В этом случае в любой точке плоскости поперечного сечения зоны резания будут одинаковые линейные скорости режущих элементов, кроме того, увеличивается и рабочее проходное сечение ножа из-за отсутствия оси вращения, что повысит выход продукта, а именно интересующего сока.

Такой процесс измельчения должен обеспечить однородную структуру плода по всей площади и снизить затраты энергии

Целью настоящей работы является совершенствование процесса измельчения плодов и овощей на части посредством профилирования формы режущей кромки лезвия ножа и нахождение закономерности поведения оболочки продукта под действием несимметричных сосредоточенных нагрузок.

В процессе исследования выбрана совокупность режущих органов лезвийных инструментов, в частности, форма режущей кромки лезвия ножа. Предметом исследования явилась оптимизация процесса измельчения плодов и овощей на части по критерию минимальной мощности, затрачиваемой на процесс, выразившаяся в формировании закона описания формы режущей кромки лезвия, а также закономерности распределения нагрузок деформации, приходящихся на оболочку продукта.

Предполагается разработать новые, экономически выгодные конструкции ножей, позволяющие повысить качество готового продукта и снизить энергозатраты на осуществление процесса.

Учитывая, что для высоких скоростей режущего инструмента имеют место динамические ударные нагрузки и исходя из теоремы о сохранении импульса силы резания, можно положить объем деформации обратно пропорциональным линейной скорости точки режущей кромки, то есть ее радиусу-вектору (в случае вращательного движения лезвия). При этом время воздействия на сырье уменьшается с увеличением скорости. Основные работы, посвященные изучению процессов резания лезвийном инструментом [1, 4], нацелены на решение и реализацию задачи по рациональному перераспределению общего вектора скорости резания на нормальную и тангенци-

альную составляющие, трансформируя в требуемой мере процесс рубящего типа резания в скользящий.

Из практически значимых эксплуатационных свойств режущих инструментов, зависящих от формы, размеров и материала режущей части, в первую очередь необходимо выделить прочность, износостойкость и сружколомающие свойства, которые должны носить характер целевых функций при оптимальном проектировании. К ним следует добавить экономические показатели. Инструмент будет оптимально спроектирован, если для заданных условий обработки его режущая часть обладает наибольшей стойкостью, высокой прочностью и удовлетворительным стружколоманием (при обработке вязких материалов).

Наиболее формализованным в настоящее время является первый критерий оптимальности, так как он базируется на математической теории упругости. Хуже обстоит дело с износом и стойкостью инструмента в связи с отсутствием надежной теории трения в трибологии. Совсем в исходном состоянии находится теория стружкообразования. Вследствие этого в данной работе основной упор сделан на оптимизацию геометрических параметров режущей части по критерию максимальной прочности и сделана попытка перехода ко второму критерию в смысле формоустойчивости режущего лезвия, обеспечения равномерности износа, взаимовлияния контактных нагрузок и износа. Оптимизация геометрической формы режущей части инструментов является составным элементом выбора оптимальных условий обработки резанием. Будем полагать, что параметры режима резания предварительно выбраны на основании либо традиционной, либо оптимизационной методики [3]. Задача состоит в том, чтобы для известной скорости резания, подачи и глубины резания улучшить первоначально заложенные форму и размеры режущей части таким образом, чтобы получить наилучшие в данной ситуации эксплуатационные свойства инструмента, а как следствие, наименьшие энергозатраты и качество получаемого продукта. Прочность и в какой-то степени стойкость рабочей части инструментов зависит от соответствия ее формы внешним нагрузкам. Оценкой такого соответствия может служить вид напряженного состояния режущего клина.

Решение задачи оптимизации формы режущего ножа формы клина зависит от характера его нагружения. Рассмотрим случай сосредоточенной нагрузки. Для этого используем известное решение [3] для бесконечного упругого клина с углом при вершине, равным $\beta_1 + \beta_2$ (рис. 1), находящегося в обобщенном плоском напряженном состоянии или в состоянии плоской деформации под действием силы R .

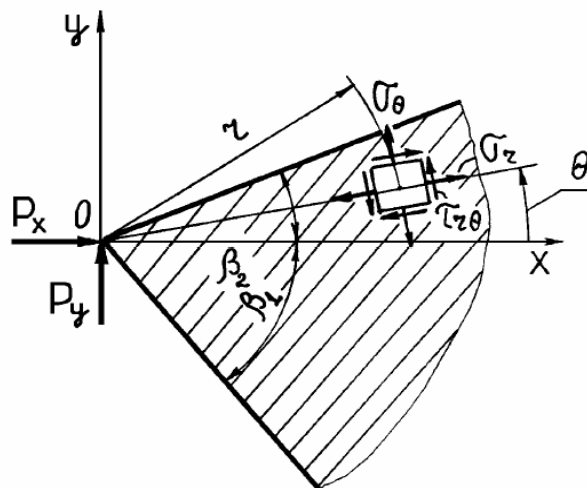


Рис. 1. Схема нагружения клина

Опуская математические подробности описания оптимизации формы режущего клина, условие оптимальности имеет вид:

$$\sigma_r = k \cdot \sigma_s \quad (1)$$

где σ_b - предел прочности инструментального материала на растяжение, а $k \leq 1$ - коэффициент запаса, учитывающий колебания силы резания вследствие вибраций, прерывистости резания и других факторов.

Выражение (1) описывает оптимальный профиль равнопрочной передней поверхности, так как связывает между собой полярный радиус-вектор профиля и соответствующий ему текущий передний угол при задании остальных факторов в виде параметров. При переходе к декартовым координатам через соотношения $tg\gamma = \frac{x}{y}$, $r^2 = x^2 + y^2$, оно становится дифференциальным

уравнением. Его решением при начальных условиях $x_0 = 0$, $y_0 = 0$ является линия профиля равнопрочной передней поверхности, удовлетворяющая сформулированному выше условию оптимальности. В результате численного решения этого уравнения методом Эйлера был получен целый спектр оптимальных профилей передней поверхности. Оптимальное проектирование формы режущей части лезвийных инструментов должно осуществляться на основе целевых функций прочности, износостойкости, стружколомающих свойств и экономичности. Предлагается применять в качестве критериев оптимальности формы и геометрических параметров режущей части условия равнопрочности и равномерного изнашивания, максимальный диапазон изменения параметров режима резания, в котором надежно обеспечивается деформация оболочки.

Применительно к оптимизации формы режущего клина предложено следующее условие равнопрочности: клин будет оптимально спроектирован, если в любой точке его передней поверхности под воздействием внешних силовых нагрузок будут возникать одинаковые радиальные напряжения, величина которых с некоторым запасом не превышает предельно допустимого значения. На основе такого подхода разработана методика оптимизации формы передней поверхности режущей части и отдельных ее элементов.

Список литературы:

1. Арет В.А. Оптимизация формы режущей кромки ножей измельчительного оборудования. Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2009, №10. С.21 - 26.
2. Кравцова Е.В. Технологические особенности процесса резания пищевых продуктов лезвийным инструментом. X Всероссийский межвузовская конференция молодых ученых-2013: сборник докладов, НИУ ИТМО, ИХиБТ, г. Санкт-Петербург.
3. Петрушин С.И., Бобрович И.М., Корчуганова М.А. Оптимальное проектирование формы режущей части лезвийных инструментов: Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 1999. 91с.
4. Хромеенков В.М. «Научные основы совершенствования скользящего резания пищевых материалов и разработки высокоэффективных резательных машин и ножевых измельчителей. Автореф. докт. дисс. М.: 1993. 48 с.

УДК: 637.52 (075.8)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ТЕСТА ДЛЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ЦЕЛЮ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ

Ю.В. Дивульская, В.Л. Лазарев, Е.Е. Митин

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

holod25@yandex.ru

Макаронные изделия являются одним из распространённых продуктов питания. Популярность они приобрели за счет ряда достоинств: длительное хранение (до двух лет), быстрота и простота приготовления (от 5 до 15 минут), высокая пищевая ценность [1]. Основными компонентами при изготовлении макаронных изделий является пшеничная мука и вода. Так же используются дополнительные ингредиенты: молоко сухое, меланж, яйцопродукты и др. Макаронные изделия выпускаются различных форм и размеров: трубчатые, нитеобразные (вермишель), лентообразные (лапша) и фигурные.

Одной из основных операций при производстве макаронных изделий является формирование теста. В процессе её реализации уплотненное пластичное тесто проходит через отверстия металлической матрицы. В результате формируются такие характеристики изделий, как качество, вкус, внешний вид продукта и др. Поэтому организация эффективного управления операцией формирования теста, направленная на повышения её производительности, является актуальной задачей.

Производительность макаронных изделий на этапе формирования определяется скоростью выпрессовывания теста. Как свидетельствуют результаты проведённых исследований, управление процессом возможно осуществлять по двум каналам: изменения влажности и температуры теста [1].

Технические средства для внесения таких управляющих воздействий имеются на современном оборудовании. Реализация двухканальной системы управления в большинстве случаев нецелесообразна по техническим и экономическим соображениям. Повышения эффективности управления может быть осуществлено путём реализации одноканальной системы за счёт рационального выбора канала управления. Одним из критериев выбора канала управления, помимо экономиче-

ских затрат, является величина коэффициента передачи $K = \frac{\Delta y}{\Delta x}$, где Δx - приращение входного па-

раметра, Δy - соответствующее приращение выходного параметра. Однако, зависимости скорости выпрессовывания как от влажности, так и от температуры теста описываются ярко выраженными нелинейными функциями [1]. Поэтому определение коэффициента передачи по какому-либо из этих каналов характеризуется значительной степенью неопределённости. Так, например, величина коэффициента передачи по каналу «влажность теста – скорость выпрессовывания» в рабочих диапазонах изменения параметров варьируется в пределах от 5 до -2.1 $\left[\frac{\text{мм/с}}{\% \text{ влажности}} \right]$. Это объясняется тем, что при постоянной скорости вращения шнека увеличение влажности теста в пределах от 29% до 33% повышает пластичность теста, а, следовательно, и скорость выпрессовывания. При дальнейшем увеличении влажности теста происходит его комкование и прилипание к шнеку, что приводит к уменьшению скорости выпрессовывания. Аналогично, величина коэффициента пере-

дачи по каналу «температура теста - скорость выпрессовывания» варьируется в пределах от 1.4 до -0.3 $\left[\frac{\text{мм/с}}{^\circ\text{C}} \right]$. Поэтому при выборе канала управления представляется целесообразным дополни-

тельно оценивать уровень неопределённости откликов в рассматриваемом процессе от реализации управления по каждому каналу. В данной работе предлагается подход к решению такой задачи, основанный на использовании методов теории энтропийных потенциалов (ТЭП) [2-5], который показал свою состоятельность для решения различных задач, в том числе в пищевой промышленности [6-8]. Применение такого подхода позволяет описать состояния неопределённости парамет-

ра единым комплексом, учитывающем его характеристики разброса, базовое значение, по отношению к которому рассматривается состояние неопределённости параметра, и дестабилизирующее влияние закона распределения этого параметра. Основная суть, понятия и концепции ТЭП изложены в [4,5].

С использованием данного метода, проведено исследование процесса формовки теста для макаронных изделий. Исследованы состояния неопределённости зависимостей скорости выпрессовывания теста от температуры и влажности теста с позиции «стороннего наблюдателя». При проведении исследований в качестве исходных данных были исследованы оцифрованные графики этих зависимостей, приведённых в работе [1]. Оцифровка обоих графиков осуществлялась путём их разбиения по оси абсцисс (т. е. температуры и влажности теста) на 31 равных интервала. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Для проведения исследований были использованы следующие характеристики параметров:

m_x - среднее значение параметра;

x_{min} - минимальное значение параметра;

x_{max} - максимальное значение параметра;

σ - среднеквадратическое отклонение (СКО) параметра ;

Δ_e -энтропийный потенциал (ЭП) параметра[9]

$$\Delta_e = K_e \sigma, \tag{1}$$

где K_e - энтропийный коэффициент, характеризующий «дестабилизационные» свойства закона распределения параметров. Значение величины K_e может изменяться в следующих пределах: $1 \leq K_e \leq 2.07$ [5].

L_{Δ} -комплексный энтропийный потенциал (КЭП) параметра

$$L_{\Delta} = \frac{\Delta_e}{X_n} = \frac{K_e \sigma}{X_n}, \tag{2}$$

где X_n -базовое значение, на фоне которого рассматривается состояние неопределённости. При проведении исследований в качестве величины X_n была использована величина математического ожидания параметра m_x .

Таблица 1.

Результаты исследования состояния неопределённости скорости выпрессовывания при внесении воздействий по каналу изменения влажности и температуры теста

Параметры процесса Характеристики параметров	Влажность теста	Температура теста	Скорость выпрессовывания (от влажности)	Скорость выпрессовывания (от температуры)
1	2	3	4	5
m_x	32 %	61°C	24 мм/с	21 мм/с
x_{min}	29 %	43°C	14 мм/с	8 мм/с
x_{max}	35 %	80°C	28 мм/с	25 мм/с
σ	2 %	11°C	4 мм/с	5 мм/с
Δ_e	3 %	20°C	6 мм/с	5 мм/с
K_e	1.82	1.82	1.39	1.04
L_{Δ}	0.10	0.33	0.26	0.24

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы. Характеристики «вариативных» свойств обоих каналов управления различаются незначительно (столбцы 4 и 5). Небольшие отличия имеются только у величин энтропийных коэффициентов. При анализе зависимостей закон распределения реперных точек был выбран равномерным с $K_e=1.73$ (отличие расчётных значений энтропийных коэффициентов для входных параметров ($K_e=1.82$) от теоретического значения объясняется ограниченностью используемой выборки). Для оценки «степени предсказуемости» исследованных зависимостей, сравним величины коэффициентов преобразования закона распределения параметра по обоим каналам:

$$k_{K_e} = \frac{K_{e(1)}}{K_{e(2)}}, \quad (3)$$

где $K_{e(1)}$ и $K_{e(2)}$ – энтропийный коэффициент выходного и входного параметра соответственно. В результате получаем:

$$k_{K_e} (\text{влажн.}) = \frac{1.39}{1.73} = 0.80; \quad k_{K_e} (\text{темн.}) = \frac{1.04}{1.73} = 0.60. \quad (4)$$

Очевидно, чем ближе значение коэффициента преобразования закона распределения к единице, тем более схожи дестабилизационные свойства законов распределения рассматриваемых зависимостей. Следовательно, при использовании канала управления по влажности теста, степень предсказуемости реакции объекта будет выше (хотя не очень значительно).

Поэтому при выборе канала управления, в данном случае, целесообразно руководствоваться величинами затрат на практическую реализацию системы управления в каждом из двух возможных вариантов.

Следует отметить, что изложенный подход может быть использован для решения подобных задач для других объектов в различных отраслях промышленности.

Список литературы:

1. Медведев Г. М. Технология макаронного производства. 2-е изд., стереотип. М.: Колос, 1999. 222 с.
2. Лазарев В. Л. Энтропийный подход к организации мониторинга и управления. // Изв. РАН. Теория и системы управления, 2005 г. № 6. с. 61 – 68.
- Лазарев В.Л. Исследование систем на основе энтропийных и информационных характеристик. // Журнал технической физики. 2010, №2. с 1 – 7.
3. Lazarev V.L. The Theory of Entropy Potentials, Basic Concepts, Results and Applications. // Pattern Recognition and Image Analysis, 2011. Vol. 21. №4. p. 637 – 648.
4. Лазарев В. Л. Теория энтропийных потенциалов. СПб.: Изд. Политех. ун-та, 2012. 127 с.
5. Лазарев В. Л., Митин Е. Е. Исследование электрокардиографических сигналов с использованием методов теории энтропийных потенциалов. // Сб. докладов XV Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям SCM'2012. В 2-х т. СПб.: 2012 г. Изд-во. СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Т.2, с. 123 – 126.
6. Лазарев В. Л., Митин Е. Е. Использование энтропийных характеристик для описания состояний неопределённости свойств пищевого сырья и продукции при организации мониторинга и управления. // Сб. докладов V Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». СПб. 2011. с. 223 – 225.
7. Лазарев В. Л. Квалиметрия систем на основе энтропийных потенциалов параметров. Прикладные аспекты для пищевой промышленности и нанотехнологий // Вестник Международной академии холода. 2009. №4. с. 48 – 52.
8. Электрические измерения неэлектрических величин. А. М. Турчин, П. В. Новицкий, Е. С. Левшина и др. / Под ред. П. В. Новицкого.-Л.: «Энергия». 1975. 576 с.

УДК 665.1/.3; 66-963

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИНАМИЧЕСКОЙ ЭКСТРУЗИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ

Л.В. Минаева¹, Г.В. Алексеев¹, Ю.В. Синявский²

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – Национальный исследовательский университет Московского энергетического института (филиал), г. Смоленск, Россия

linya99@rambler.ru

Кормопроизводство – отрасль сельского хозяйства, которая занимается выращиванием кормовых культур на полевых землях и на сеяных и естественных сенокосах и пастбищах. Основная задача, стоящая перед этой отраслью, – интенсификация производства всех видов кормов.

Комбикормовая промышленность производит смеси из различных компонентов (видов сырья), комбинируя их в самых разных сочетаниях и пропорциях. Смесь составляется так, чтобы недостатки (низкое содержание белка, недостаток витаминов и т. д.) одних компонентов компенсировать преимуществами других.

Главное при производстве комбикормов – создание такой смеси, которая восполнит потребность сельскохозяйственных, домашних животных, птицы в питательных веществах, обеспечит их рост, развитие и сохранность.

Основным требованием к комбикормовой промышленности является полная сбалансированность рационов, которая достигается путем оптимизации рецептов (формулы) комбикормов. Это связано с тем, что при производстве комбикормов используется до 100 видов разнообразного сырья, определяющими из которых являются зерновые компоненты, а также бобовые, крупяные и масличные культуры.

Проблему белковой недостаточности можно решить путем создания продуктов питания с заранее спроектированным составом, сбалансированным по питательным компонентам. Использование различных белков животного происхождения в технологии экструдатов, позволяет получить продукты с высоким содержанием белка, с более сбалансированным аминокислотным и жирнокислотным составом. В полной мере это направление можно реализовать при производстве комбикормов, изготавливаемых при помощи экструзии.[1]

Целью настоящей работы является разработка адекватной математической модели процесса динамической экструзии, а также разработка усовершенствованной конструкции формирующего инструмента экструдеров для формования белковых экструдатов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: математическое моделирование процесса экструзии в передматричной зоне одношнекового экструдера; исследование основных закономерностей процесса обработки зернобобовой смеси на одношнековом экструдере и выбор его рациональных параметров; исследование реологических и теплофизических характеристик модельной зернобобовой смеси; разработка поликомпонентной смеси для производства продуктов питания сбалансированного состава; усовершенствовать конструкцию формирующего инструмента экструдера для производства высокобелковых продуктов методами динамической экструзии; определение пищевой, биологической и энергетической ценности зернобобовых экструдатов.

Основные цели математического моделирования экструзии состоят в углублении физического (качественного) понимания процесса и его количественном описании с максимально возможным приближением к реальной технологической практике.

Для определения полей скоростей и температур в движущемся вязкой среде необходимо проведение исследований процессов течения и теплообмена реологически сложных пищевых смесей. Течение вязкой среды в одношнковых экструдерах определяется развитием пластической деформации, которая связана с необратимым перемещением молекул и их групп на расстояние, превышающее размеры самой молекулы. При этом отмечается, что скорость развития пластической деформации зависит от температуры. В условиях установившегося течения пищевые смеси обладают свойствами так назы-

ваемых аномально-вязких, или неньютоновских жидкостей.

Математическая модель, удовлетворительно описывающая процесс экструзии, должна учитывать основные его особенности: существование аномалии вязкости, взаимное влияние циркуляционного и поступательного течений, наличие теплоты, выделяющейся в результате вязкого трения, влияние теплообмена с окружающей средой на температуру и эффективную вязкость пищевой смеси.

Модель, удовлетворяющая предъявленным требованиям, является результатом решения системы уравнений, которые выражают законы сохранения массы, энергии и количества движений при ламинарном течении, с уравнениями, описывающими физическое состояние экструдруемой смеси.

Связь между компонентами тензора напряжений τ_{ij} и тензора скоростей $\dot{\epsilon}_{ij}$ деформаций определяется выражением: [5]

$$\tau_{ij} = 2\eta\dot{\epsilon}_{ij}, \quad i, j = x, y, z. \quad (1)$$

τ_{ij} - тензор напряжений деформаций;

$\dot{\epsilon}_{ij}$ - тензор скоростей деформаций.

В (1) реологические свойства пищевых смесей учитываются уравнением, которое выражается в виде обобщенного степенного закона: [5]

$$\eta = \eta_0 e^{-\beta(T-T_0)} (0,5I_2)^{\frac{m-1}{2}}, \quad (2)$$

где η_0 , β , T_0 - константы материала;

T - температура, К;

β - температурный коэффициент вязкости;

I_2 - квадратичный инвариант тензора скоростей деформаций.

Реологические исследования различных ученых позволяют отнести расплавы продуктов на зерновой основе находящиеся в зонах дозирования и формования к вязким неньютоновским жидкостям, подчиняющимся степенному закону Оствальда-де-Вилля: [2]

$$\tau = \mu \cdot \dot{\gamma}^{n-1} \cdot \dot{\gamma} \quad (3)$$

τ - касательное напряжение, Па;

μ , n - константы материала;

$\dot{\gamma}$ - градиент скорости, s^{-1} .

Коэффициенты μ и n находились согласно методике, предложенной Крыжановским В.О.

Используя уравнение (3) и экспериментальные данные можно определить давление в предматричной зоне экструдера, производительность. Также можно определить их зависимость от влажности исходного сырья и температуры расплава.

Полученные уравнения позволяют с достаточной точностью прогнозировать их изменения в исследуемом диапазоне значений факторов.

В результате математической обработки, была определена также зависимость времени нахождения продукта в экструдере от частоты вращения шнеков (в диапазоне 0,5-2,5 s^{-1}): [2]

$$\tau = \frac{1,677}{0,150 + 0,123 \cdot \lg(0,798n)} \quad (4)$$

τ - время нахождения продукта в экструдере, с;

n - частота вращения шнека, s^{-1} .

Таким образом, время находится в обратной пропорциональной логарифмической зависимости от частоты вращения рабочих органов экструдера.

Задачей математического моделирования является выявление застойных зон в предматричной зоне экструдера и нахождение рекомендуемой геометрии формующей матрицы, позволяющей добиться выравнивания полей скоростей. Это позволит увеличить производительность экструдера за счет уменьшения сопротивления матрицы и улучшить качество готовой продукции.

Для решения поставленной задачи использовался метод конечных элементов. Модели включают в себя классические уравнения механики сплошных сред: уравнения Навье - Стокса, неразрывности, которые дополнялись граничными условиями.

При моделировании использовались следующие допущения: процесс стационарный, скорость на входе распределяется равномерно и принимается постоянной, температура расплава постоянна.

Изменение величины отверстия выходной матрицы также существенно влияет на свойства готовой продукции. Нами была спроектирована экспериментальная модель головки экструдера, позволяющая проводить исследования свойств готовых комбикормов при изменении параметров выходного отверстия матрицы.

Список литературы:

1. Гончаровский Д.А. Совершенствование формующего инструмента экструдеров для производства коэкструдированных изделий с начинкой. Орел: 2012 г.
2. Минаева Л.В. Совершенствование процесса производства высокобелковых продуктов на основе математического моделирования процесса динамической экструзии. // Третий этап Всероссийской студенческой олимпиады по направлению подготовки 151000 «Технологические машины и оборудование»-2013: сборник докладов, г. Воронеж.
3. Минаева Л.В. Технологические особенности процесса динамической экструзии при производстве высокобелковых продуктов. // II Всероссийский конгресс молодых ученых-2013: сборник докладов, НИУ ИТМО, г. Санкт-Петербург.
4. Минаева Л.В., Минаева Т.В., Кравцова Е.В. Ресурсосберегающие технологии переработки комбикормов с использованием процесса экструзии. // Сборник статей 6-ой Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности» - 2013 года: сборник докладов, г. Бийск.
5. Остриков А.Н., Абрамов О.В., Василенко В.Н., Попов А.С. Математическое моделирование течения anomalно-вязких сред в каналах экструдеров: монография. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2010. 240 с.

УДК 67.05

РАЗРАБОТКА АППАРАТА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ И ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Т.В. Минаева¹, Г.В. Алексеев¹, Ю.В. Синявский²

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – Национальный исследовательский университет Московского энергетического института (филиал), г. Смоленск, Россия

minaeva_tanya@list.ru

Хранение плодоовощной продукции требует тщательного соблюдения технических условий, необходимых для хорошей сохранности.

Технология правильного хранения овощей и фруктов, во многом определяет не только их качество, но и величину потерь, которая может иметь самый широкий диапазон [5].

Задача холодильной техники – обеспечить создание оптимальных условий холодильной технологии при минимальных потерях сырья, сохранении высокого качества выпускаемой продукции.

Как правило, промышленные холодильные установки предназначены для обеспечения параметров хранения больших объемов продуктов. Однако, в настоящее время, наблюдается интерес к относительно небольшим установкам, предназначенным для автономной работы в устройствах, подобных торговым автоматам.

Вне зависимости от назначения, холодильная установка должна отвечать следующим требованиям:

- 1) обеспечивать надежное поддержание заданного режима в охлаждаемых объектах и быть гибкой в эксплуатации;
- 2) быть по возможности простой и не требовать больших затрат для ее выполнения;
- 3) быть наглядной и удобной для обслуживания, способствовать осуществлению быстрых и безошибочных переключений;
- 4) обеспечивать безопасность персонала и долговечность установленного оборудования.

Назначение системы охлаждения - поддерживать заданный температурно-влажностный режим в холодильных камерах.

Каждая система охлаждения включает в себя систему распределения рабочего вещества по потребителям холода и систему отвода теплоты от потребителей холода.

Требования, предъявляемые к системам охлаждения:

1. распределение рабочего вещества по потребителям холода пропорционально их тепловым нагрузкам; при этом приборы охлаждения должны работать с максимальной эффективностью при минимальной их металлоемкости;
2. надежное поддержание заданного технологического режима в охлаждаемых объектах (камеры холодильника, технологические аппараты);
3. безопасность эксплуатации;
4. простота и гибкость эксплуатации;
5. экономичность как по первоначальным затратам, так и в процессе эксплуатации. [3]

Целью выполняемой работы является совершенствование процесса хранения плодов и овощей путем разработки новой конструкции аппарата для охлаждения и длительного хранения плодов и овощей.

В соответствии с поставленной целью в работе определены следующие основные задачи:

1. Провести теоретические исследования современного состояния оборудования для хранения плодов и овощей и изучение методов хранения плодов и овощей;
2. Разработка математической модели процесса охлаждения и хранения;
3. Разработка новой конструкции аппарата для охлаждения и хранения плодов и овощей;

Предполагается повышение эффективности охлаждения продукта без подмораживания, предотвращение его слеживания при хранении, а также создание аппарата, который сочетает в себе компактную конструкцию с надежностью в работе.

Основным видом потерь на начальном этапе хранения является убыль массы. Потери массы вследствие испарения у продуктов с длительным сроком хранения ниже, но и они могут составлять значительную величину (рис. 1). Независимо от способа охлаждения наблюдаются неодинаковые темпы потерь по этапам хранения: наибольшая убыль массы происходит на начальных и заключительных стадиях процесса. На промежуточном этапе ее динамика выражена слабее, - потери массы уменьшаются в 1,5...3 раза. Последующий рост убыли массы начинается после истечения 30...50% времени общего срока хранения.[1]

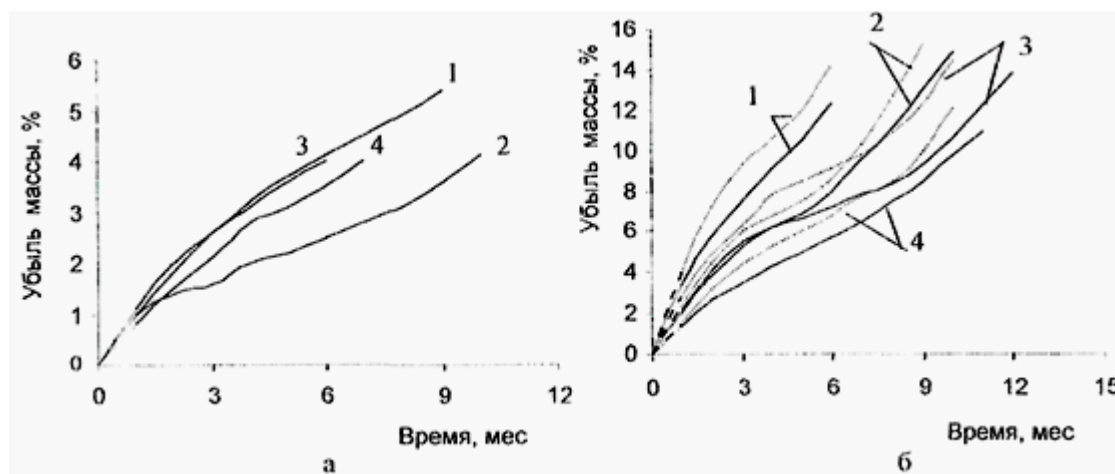


Рис. 1. Динамика изменения убыли массы при хранении: а - фруктов: 1- яблок (осенних); 2 - яблок (зимних); 3 - груш (зимних); 4 - винограда; б - овощей: 1 - капусты; 2 - моркови; 3 - лука; 4 - картофеля в камерах с искусственным охлаждением (сплошная линия) и без охлаждения (пунктирная линия)

Важную роль в обеспечении эффективности холодильных установок играют теплообменные аппараты. Для малогабаритных систем с ограниченной площадью теплообменной поверхности на первый план выходит обеспечение высокой интенсивности теплообмена.

Интенсивность теплообмена характеризуется плотностью теплового потока

$$q = k\Delta t_m, \quad (1)$$

где q - плотность теплового потока, Вт/м²;

k - коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°С);

Δt_m - средняя разность температур между теплообменивающимися средами, °С.

Необходимое требование, которое предъявляется к хранению замороженных и охлажденных продуктов - постоянность и устойчивость, а также, что немало важно, равномерность режимных параметров камеры. Осуществить такую задачу возможно при правильном размещении и выборе устройств для охлаждения. [2]

При расчете теплообменных аппаратов надо стремиться к обеспечению таких скоростей потоков теплоносителей, при которых коэффициенты теплоотдачи и гидравлические сопротивления были бы экономически выгодными.

Как правило, малогабаритные холодильные установки работают в режиме непосредственного охлаждения с обеспечением движения хладагента за счет работы компрессора. Для таких систем, особенно работающих на фреонах, расчет параметров трубопроводов играет, и скорости хладагента в них имеет большое значение [4],[6].

Средняя скорость движения среды определяется из уравнений объемного расходов:

$$\omega_{cp} = \frac{V}{S}, \quad (2)$$

где ω_{cp} – средняя линейная скорость, м/с; V – объемный расход, м³/с; S – площадь сечения потока, м²;

$$w_{cp} = \frac{G}{S}, \quad (3)$$

где w_{cp} – средняя массовая скорость, кг/(м²/с); G – массовый расход, кг/с.

Так же, создание малогабаритной установки требует оптимизации прокладки трубопроводов хладагента с целью снижения местных гидравлических потерь.

Разработанная конструкция расширяет возможности устройства для хранения плодов и овощей и позволяет выполнить поставленную техническую задачу.

Выводы: Разработана модель аппарата для охлаждения и длительного хранения плодов и овощей, использование которой позволит минимизировать потери при охлаждении. В дальнейшем предполагается создание экспериментальной установки и проведение экспериментов в зависимости от вида продуктов хранения и параметров хранения.

Список литературы:

1. Балан, И.Г. Чумак, В.Г. Картофяну, Э.Ж. Иукурдзе. Динамика потерь плодоовощной продукции по этапам непрерывной холодильно-транспортной цепи (НХТЦ) // Холодильщик.ру. 2013. № 3 (27).
2. Быкова Н.В. Российские учёные продлили молодость фруктам -Наука и технологии России. 2012. №12.
3. Комарова Н.А. Холодильные установки: учебное пособие. Ч. I. Кн. 2 / Н.А. Комарова, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово: 2006. 120 с.
4. Криворот А.Н. Перспективы хранения плодов - Наука и инновации. 2009. №9 (79).
5. Минаева Т.В. Разработка аппарата длительного хранения цитрусовых плодов путем минимизации потерь при охлаждении.
6. Маакс В., Эккерт Г.Ю., Кошпен Ж.Л. Учебник по холодильной технике. / пер. с франц. под ред. д.т.н. Сапожникова В.Б. М.: Изд-во МГУ, 1998.

УДК 663.6.8

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
СМЕСИ МОРОЖЕНОГО «МОЛОЧНО-ШОКОЛАДНОЕ»****Б.Л. Николаев, А.Ф. Денисенко, Л.К. Николаев**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

lev.nikolaew@yandex.ru

Значительная часть пищевых продуктов, в том числе и смеси мороженого, относятся к структурированным дисперсным системам. Сырьё, применяемое при изготовлении мороженого, подвергается различным воздействиям, включая перемешивание, нагревание, охлаждение, перекачивание насосами, гомогенизацию, фильтрование и другим видам обработки. При этом нередко происходит различная степень разрушения дисперсной системы, в результате чего структурно-механические свойства продукта претерпевают изменения. Эти изменения оказывают влияние на работу машин и аппаратов, на их энергозатраты и другие показатели работы оборудования.

Специфической особенностью смесей мороженого, как и многих других вязких пищевых продуктов, является то, что их реологические характеристики претерпевают изменения не только при различных температурах, а также при различных значениях градиента скорости.

Для разработки и расчёта оборудования применяемого при производстве мороженого необходимо иметь данные о реологических свойствах продукта, таких как эффективная вязкость смесей мороженого.

В данной статье приводятся результаты исследований, полученные при изучении эффективной вязкости смеси мороженого «Молочно-шоколадное» в зависимости от температуры продукта и градиента скорости.

Исследуемая смесь имела следующий состав: жир 3,5%; СОМО 8%; сахар 17,5%; какао 2%; стабилизатор – крахмал 1,2%. В процессе исследований температура смеси мороженого изменялась от 0,3 до 30,0 °С, а градиент скорости изменялся от 365 до 1312 с⁻¹.

Экспериментальные данные обработали в логарифмических координатах $\lg \eta - \lg \dot{\gamma}$ при температурах смеси мороженого 0,3; 2,5; 5,0; 35,1; 10,0; 15,1; 20,0; 25,0 и 30,0 °С представлены на рис.1 в виде вязкостно-скоростных характеристик.

Получены значения эффективной вязкости смеси мороженого «Молочно-шоколадное» для указанных температур в исследуемом интервале градиента скорости и установлено влияние температурных и скоростных параметров на эффективную вязкость её. Так при температуре смеси мороженого 10,0 °С и изменении градиента скорости от 365 до 1312 с⁻¹ эффективная вязкость смеси уменьшается от 0,0316 до 0,0281 Па·с. Аналогичная степень изменения эффективной вязкости смеси мороженого имеет место и при других температурах её, имевших место в исследовании.

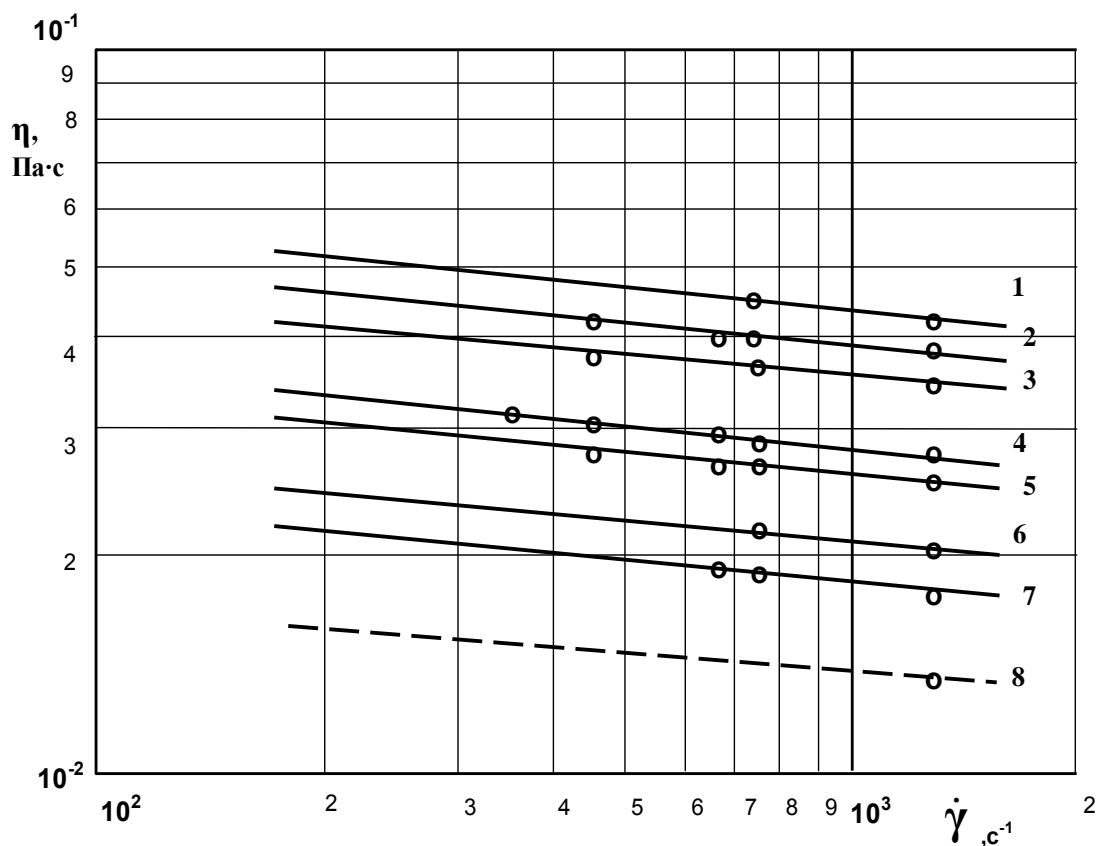


Рис.1. Вязкостно-скоростные характеристики смеси мороженого «Молочно-шоколадное» при температурах в °C: 1-0,3; 2-2,5; 3-5,0; 4-10,0; 5-15,1; 6-20,0; 7-25,0; 8-30,0

Заметное изменение эффективной вязкости наблюдается при повышении температуры смеси, а именно – при одном и том же значении градиента скорости равном 1312 с^{-1} и возрастании температуры продукта от $0,3$ до $30,0$ °C эффективная вязкость смеси мороженого уменьшается от $0,0421$ до $0,0132$ Па·с, т.е. в $3,19$ раза.

Приводимые данные позволяют сделать вывод о том, что на протекание тепловых и гидродинамических процессов при выработке мороженого оказывают влияние как температура смеси мороженого, так и градиент скорости.

Список литературы:

1. Мачихин Ю.А., Мачихин С.А. Инженерная реология пищевых материалов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 216 с.
2. Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции. СПб.: ГИОРД, 2009. 448 с.

УДК 663.6.8

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
СМЕСИ МОРОЖЕНОГО «ПЛОМБИР КОФЕЙНЫЙ»****Л.К. Николаев, Б.Л. Николаев**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Росси

lev.nikolaew@yandex.ru

При производстве мороженого их смеси нагревают и охлаждают в различном оборудовании. Для подогревания смесей мороженого до температуры $30\div 35^{\circ}\text{C}$ используют ванны длительной пастеризации различной ёмкости в зависимости от производственной мощности предприятия, или применяют сыродельные ванны, в которых рабочие органы совершают движение в трёх направлениях – круговое вокруг собственной оси, поперечное и продольное относительно стенок ванны. Такое сложное движение рабочих органов в сыродельных ваннах обеспечивают эффективное перемешивание компонентов смеси мороженого в сравнительно короткий отрезок времени.

Дальнейшее нагревание смеси до температуры пастеризации $80\div 85^{\circ}\text{C}$ осуществляется или в пластинчатой пастеризационно-охладительной установке или в трубчатом пастеризаторе, либо в ванне длительной пастеризации, или в трубчатом змеевиковом аппарате.

После пастеризации и гомогенизации смеси мороженого она охлаждается от $80\div 85^{\circ}\text{C}$ до 4°C . Охлаждение смеси мороженого осуществляется или в пастеризационно-охладительной установке, либо в ванне длительной пастеризации, или в трубчатом аппарате, либо на оросительном охладителе.

В процессе обработки смесь перемешивается. Учитывая, что смеси мороженого обладают аномалией вязкости, их вязкость зависит как от температуры продукта, так и от градиента скорости [1, 2]. С учётом отмеченного были осуществлены исследования по определению эффективной вязкости смеси мороженого «Пломбир кофейный». Состав смеси: жир 15%; сахар 15%; какао 2%; стабилизатор – желатин 0,3%.

В процессе реологических исследований диапазон изменения температур смеси был от $4,9$ до $40,0^{\circ}\text{C}$ (рис.1). Градиент скорости изменялся от 146 до 1312 c^{-1} .

Установлено влияние градиента скорости на эффективную вязкость смеси мороженого «Пломбир кофейный». Так, при температуре смеси мороженого $4,9^{\circ}\text{C}$ и увеличении градиента скорости от 146 до 1312 c^{-1} эффективная вязкость смеси уменьшается от 0,0867 до 0,0671 Па·с. В такой же степени с увеличением градиента скорости уменьшается эффективная вязкость смеси мороженого при других температурах продукта, имевших место при проведении исследований.

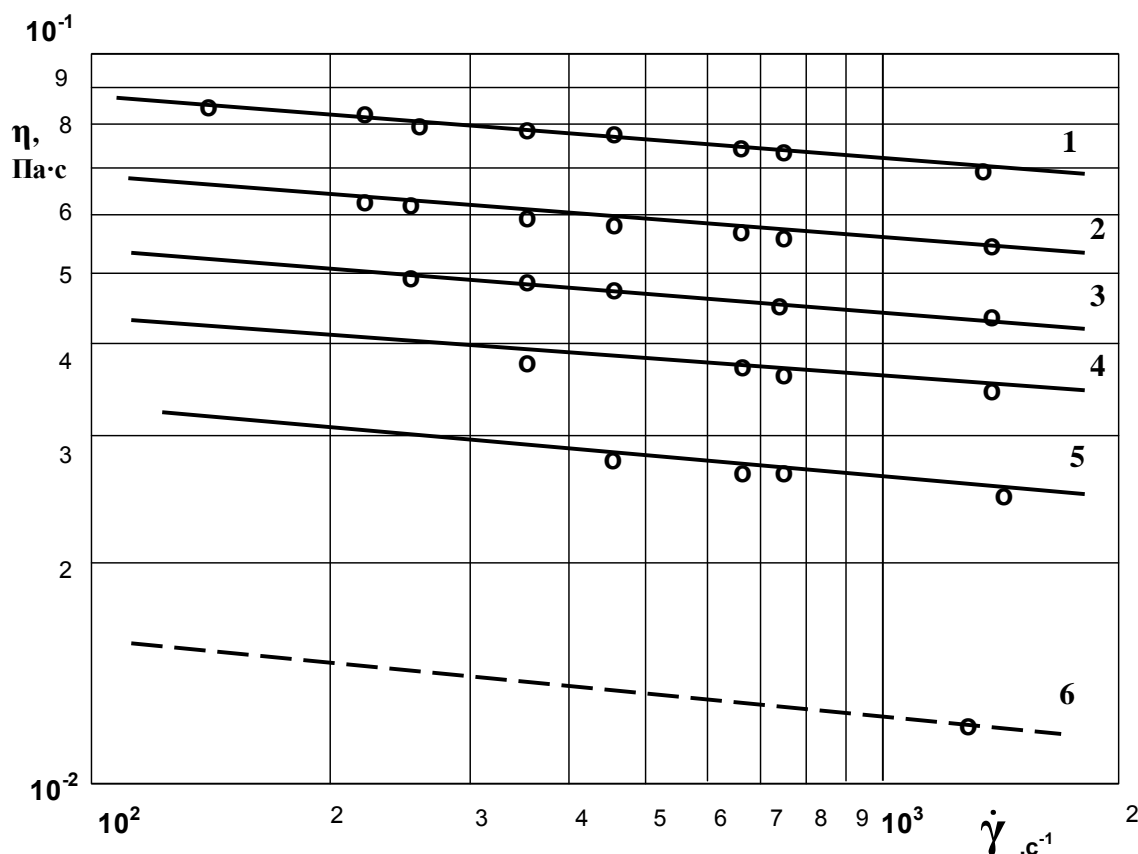


Рис.1. Вязкостно-скоростные характеристики смеси мороженого «Пломбир кофейный» при температурах в °С: 1-4,9; 2-10,0; 3-15,0; 4-20,0; 5-25,0; 6-40,0

Наряду с установлением влияния градиента скорости на эффективную вязкость смеси мороженого выявлено значительное влияние температуры продукта на вязкостные свойства его, а именно – при одном и том же значении градиента скорости равном 1312 с^{-1} эффективная вязкость смеси мороженого «Пломбир кофейный» при температуре $4,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ равна $0,0867 \text{ Па}\cdot\text{с}$, а при температуре $40,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – $0,0118 \text{ Па}\cdot\text{с}$, т.е. уменьшилась в 7,3 раза. При этом в интервале температур смеси мороженого от $4,9$ до $20,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, при повышении температуры через каждые пять градусов эффективная вязкость уменьшается практически в одинаковой степени. Однако, при дальнейшем повышении температуры продукта эффективная вязкость уменьшается в большей степени, что можно объяснить началом плавления, а при более высоких температурах, массовым плавлением молочного жира, входящего в состав смеси мороженого «Пломбир кофейный».

Приводимые сведения об эффективной вязкости смеси мороженого «Пломбир кофейный» могут быть полезными при тепловых и гидродинамических расчётах оборудования, применяемого при производстве мороженого.

Список литературы:

1. Мачихин Ю.А., Мачихин С.А. Инженерная реология пищевых материалов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 216 с.
2. Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции. СПб.: ГИОРД, 2009. 448 с.

УДК 663.6.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧИСЛА НОЖЕЙ И ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ НОЖЕВОГО ВАЛА НА РАСХОДУЕМУЮ ЭНЕРГИЮ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ КУЛИНАРНЫХ ЖИРОВ

Л.К. Николаев, Б.Л. Николаев

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

lev.nikolaew@yandex.ru

Исследовалась расходуемая энергия при числе ножей 2, 4 и 6 и частоте вращения ножевого вала 3,33; 5,0; 6,67; 8,33 и 10,0 с⁻¹.

Охлаждали кулинарный жир от 50 до 20 °С.

Определение расходуемой энергии определяли по формулам [1]:
для ламинарного режима

$$K_{\mathcal{N}} = 1760 \cdot \text{Re}_{\Pi}^{-1} \cdot (\vartheta/d_3)^{0,29} \cdot (\eta_c/\eta_{\text{ж}})^{0,14} \cdot Z^{0,78}, \quad (1)$$

для переходного режима

$$K_{\mathcal{N}} = 88,1 \cdot \text{Re}_{\Pi}^{-0,53} \cdot (\vartheta/d_3)^{0,18} \cdot (\eta_c/\eta_{\text{ж}})^{0,14} \cdot Z^{0,46}, \quad (2)$$

для турбулентного режима

$$K_{\mathcal{N}} = 1,79 \cdot \text{Re}_{\Pi}^{-0,13} \cdot (\vartheta/d_3)^{0,11} \cdot (\eta_c/\eta_{\text{ж}})^{0,14} \cdot Z^{0,28}, \quad (3)$$

где $\text{Re}_{\Pi} = \rho\eta D^2/\eta$ – центробежный критерий Рейнольдса;

$K_{\mathcal{N}} = N/\rho\eta^3 D^4 \ell$ – критерий мощности;

ρ – плотность кулинарного жира при средней температуре его, кг/м³;

n – частота вращения ножевого вала; с⁻¹

D – диаметр рабочего цилиндра, м;

ℓ – длина рабочего цилиндра, м;

η_c и $\eta_{\text{ж}}$ – эффективная вязкость кулинарного жира соответственно при температуре стенки и температуре жира, Па·с;

N – энергия потребляемая ножевым валом с ножами, Вт;

ϑ – ширина ножа,

d_3 – эквивалентный диаметр, м.

$$d_3 = D - d/2 \quad (4)$$

где d – диаметр ножевого вала;

Z – число ножей на валу.

Основные рабочие органы имели следующие размеры:

$D = 0,315$ м; $\ell = 0,7$ м; $d = 0,265$ м; $\vartheta = 0,05$ м.

Эффективная вязкость кулинарных жиров зависит не только от температуры их, а также от градиента скорости [2,3]. Значение градиента скорости определяли по формуле [1]:

$$\dot{\gamma} = \frac{100}{m} \left[\frac{(D/d)^{2/m}}{(D/d)^{2/m} - 1} \right] \eta. \quad (5)$$

где m – показатель неньютоновского поведения кулинарного жира, его значение $m = 0,78$ при средней температуре жира = 35°C .

С учётом приведённых зависимостей определили расходуемую энергию в поточном аппарате с очищаемой поверхностью при охлаждении кулинарного жира, когда на валу размещалось 2,4 и 6 ножей. Частота вращения ножевого вала изменялась от 3,33 до 10,0 оборотов в секунду.

Значения расходуемой энергии от указанных параметров приведены в таблице 1.

Таблица 1

Зависимость расходуемой энергии от числа ножей и частоты вращения ножевого вала

Расходуемая энергия, Вт	n - частота вращения ножевого вала, c^{-1}				
	3,33	5,0	6,67	8,33	10,0
	Число ножей $Z = 2$				
N	62,7	255	688	1483	2777
	Число ножей $Z = 4$				
N	86,3	351	949	2042	3820
	Число ножей $Z = 6$				
N	104	423	1144	2458	4604

Анализ полученных данных позволил установить существенное увеличение расходуемой энергии с возрастанием частоты вращения ножевого вала, а также возрастание расходуемой энергии с увеличением числа ножей, хотя и в меньшей степени сравнимо с влиянием n на N .

Список литературы:

1. Николаев Л.К. интенсификация тепловых процессов при охлаждении смесей мороженого. В кн. Интенсификация процессов и оборудование пищевых производств. Межвуз. сб. науч. тр. Л., ЛТИХП, 1983, с. 46 – 52.
2. Мачихин Ю.А., Мачихин С.А. Инженерная реология пищевых материалов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 216 с.
3. Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции. СПб.: ГИОРД, 2009. 448 с.

УДК 621.927.76

**КРИСТАЛЛИЗАТОР – ВЫМОРАЖИВАТЕЛЬ
ПИЩЕВЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД****С.Т. Антипов, В.Ю. Овсянников, Я.И. Кондратьева**

Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

ows2003@mail.ru

Кристаллизатор предназначен для концентрирования методом вымораживания жидких пищевых и биологических сред (плодовые и овощные соки, экстракты чая и кофе, молочная сыворотка, плазма крови, ферментные растворы и т.д.).

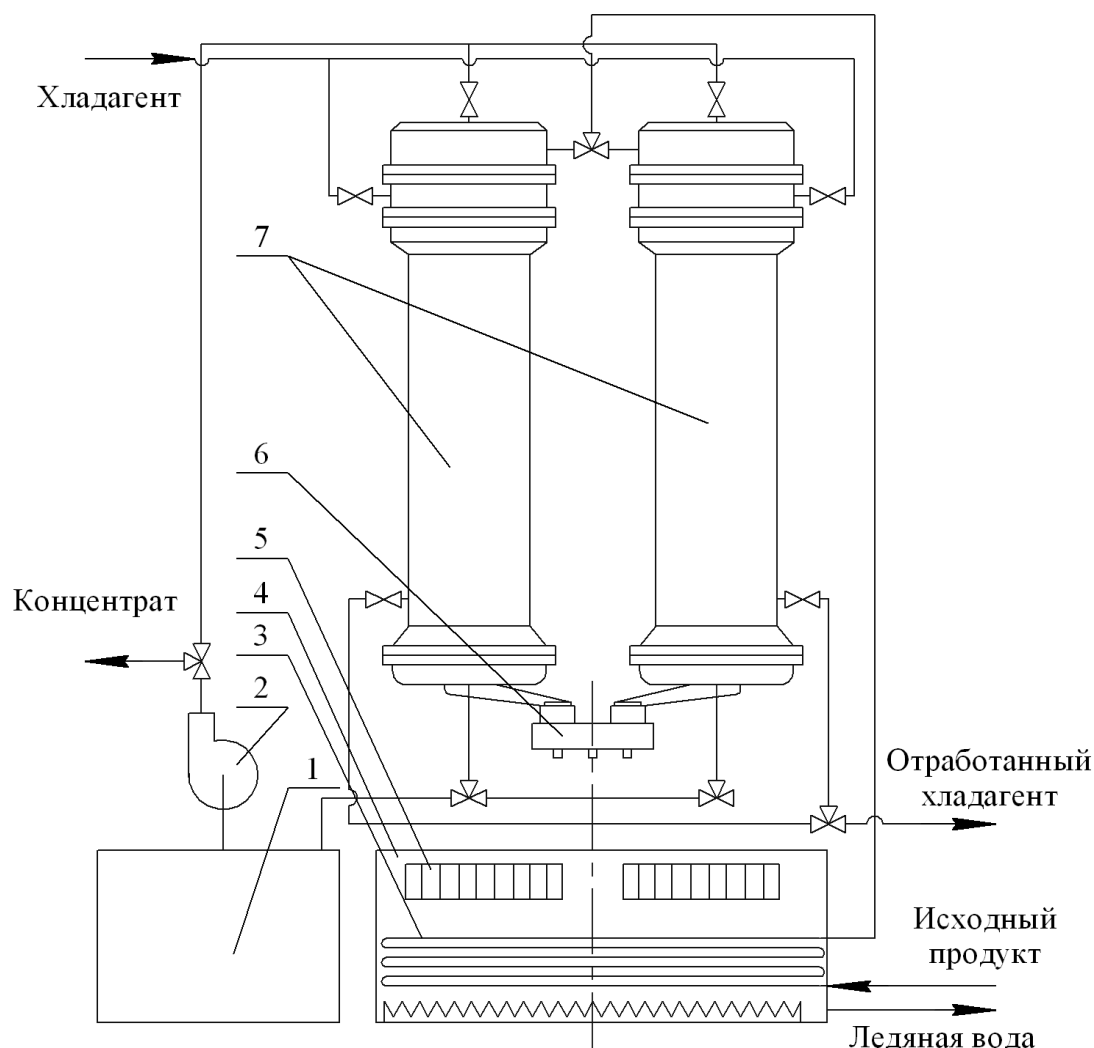


Рис. 1. Кристаллизатор – вымораживатель пищевых и биологических сред

1 – бак – накопитель; 2 – циркуляционный насос; 3 – змеевиковый теплообменник; 4 – сборник – плавитель вымороженного льда; 5 – механический измельчитель льда; 6 – механизм открытия крышки; 7 - вымораживатели

Кристаллизатор (рисунок) состоит из двух попеременно работающих вымораживателей 7, выполненных в виде вертикальных кожухотрубных аппаратов с механизированной системой открытия нижней крышки, бака-накопителя сконцентрированного продукта 1, циркуляционного насоса 2 и сборника – плавителя 4 вымороженного льда.

Установка также включает механический привод 6 открытия нижних крышек выморажива-

телей 7 механические измельчители льда 5, коммуникации и трубопроводы для циркуляции продукта и хладагента, запорную арматуру.

Вымораживатели состоят из двух несущих трубных решеток, между которыми вертикально закреплены трубки внутри которых осуществляется намораживание льда.

Трубчатая конструкция заключается в обечайку цилиндрической формы с наваренными по торцам фланцами для соединения с верхней неподвижной крышкой и нижней съемной крышкой с затвором. Корпус каждого кристаллизатора теплоизолирован.

Во время работы установки исходный продукт поступает в змеевик 3, установленный в нижней части сборника – плавителя 4 вымороженного льда, оснащенного также встроенным нагревателем (конденсатор холодильной машины или теплоэлектронагреватель), где предварительно охлаждается до требуемой температуры за счет теплообмена при плавлении вымороженного льда. В пусковом режиме охлаждение первой порции продукта происходит непосредственно в контуре циркуляции при прохождении продукта через вымораживатель.

При накоплении необходимого на одну загрузку количества исходного продукта последний циркуляционным насосом подают в вымораживатель. Для поддержания постоянной скорости кристаллизации в процессе концентрирования температуру рабочей поверхности целесообразно понижать с определенной скоростью.

Непрерывная циркуляция продукта по трубкам вымораживателя обеспечивает непрерывное обновление поверхности кристаллизации льда за счет турбулизации потока жидкого продукта, уменьшение толщины пристеночной пленки продукта и интенсивное смывание с поверхности кристаллизации растворенных веществ.

Для регенерации первого вымораживателя открывается нижняя крышка, холодильная установка переключается на обратный режим работы и горячий пар хладагента подается в межтрубное пространство и подается горячий пар или хладагент в межтрубное пространство вымораживателя. В результате этого слой льда подтаивает, и трубки льда сползают в сборник 4 предварительно измельчаясь механическими измельчителями 5. Образовавшаяся ледяная крошка также тает, образуя ледяную воду, которая обеспечивает охлаждение вновь поступающего продукта и конденсаторов холодильной установки.

УДК 62-526; 621.798-189.2; 621.798.36: 621.798.34

ПРОБЛЕМЫ СТАБИЛЬНОСТИ ДОЗИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ОБЪЕМНЫМИ ДОЗАТОРАМИ

А.Н. Стрелюхина, Д.А. Петрунин

Московский государственный университет пищевых производств, г. Москва, Россия

dapetrunin@yandex.ru

Целью дозирования сыпучих продуктов является получение дозы продукта определенной массы или объема. В процессе дозирования продуктов объемными дозаторами масса дозы зависит от объема продукта, выдаваемого дозатором, и его насыпной плотности. Объем задается пользователем, и при помощи современных средств может быть получен с достаточной точностью. Однако, получение конкретного стабильного значения насыпной плотности продукта является сложной задачей. Решение этой задачи позволит обеспечить дозирование продукта с минимальными отклонениями по массе.

Удельная насыпная плотность (плотность единицы массы) продукта не является постоянной и зависит от многих факторов, среди которых структурно-механические характеристики сыпучих продуктов. Известно, что на изменение удельной насыпной плотности (и как следствие массы) оказывают влияние гранулометрический состав, степень и качество обработки поверхности гранул (частиц) и влажность продукта.

С увеличением размера гранул уменьшается вероятность их равномерного расположения в пространстве бункера дозирующего устройства, что приводит к вариациям насыпной плотности. При этом для одного и того же продукта насыпная плотность изменяется в зависимости от размеров гранул. Чем меньше гранулы продукта, тем больше насыпная плотность.

Для наиболее точного дозирования сыпучих продуктов объемными дозаторами целесообразно применение устройств, гомогенизирующих поток продукта, поступающего в дозатор. Гомогенизатор потока усредняет значение гранулометрического состава. Экспериментально доказано [1], что применение гомогенизирующих устройств увеличивает точность дозирования до 10 раз.

В процессе перемещения гранул в рабочих объемах дозирующего оборудования слои продукта перемещаются с различной скоростью. Это приводит к истиранию гранул и к увеличению вариации насыпной плотности продукта. Степень обработки поверхности гранул влияет на коэффициент внутреннего (между слоями) и внешнего (о рабочие поверхности дозирующего устройства) трения. Относительные скорости слоев зависят от коэффициента внутреннего трения и разнородности гранулометрического состава продукта. Влияние коэффициентов внутреннего и внешнего трения на перемещение продукта изучены в работе [2, 3]. Полученные результаты использованы нами для определения требуемой частоты вращения рабочего органа (шнека с переменным шагом) гомогенизатора в разработанном дозаторе.

Коэффициент внешнего трения оказывает влияние на движение пограничного к внутренней поверхности гомогенизатора слоя. При большом значении коэффициента внешнего трения имеет место эффект сводообразования. Как правило, этот эффект наблюдается в конической части расходного бункера дозатора, рядом с выходным патрубком. Масса продукта, находящаяся над выпускным отверстием, за счет внутренних сил свода и гравитационной силы вышерасположенной массы продукта, зависает, останавливая ток продукта. Для уничтожения сводов используют различные устройства и механизмы: механические, электромагнитные и пневматические. В работе [4] доказано, что достаточно эффективны электромагнитные вибрационные устройства. При частоте вибрационного воздействия, близкой к частоте собственных колебаний бункерной системы, обрушение свода возможно при минимальных затратах энергии.

С целью подтверждения влияния указанных выше свойств сыпучих продуктов на стабильность и погрешность дозирования нами был проведен ряд экспериментов, результаты которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние конструкции дозатора и параметров дозируемого продукта на точность дозирования

№ п/п	Объект дозирования	Влажность, %	Обработка поверхности зерен	Использование дополнительных устройств	Погрешность дозирования, %
1	2	3	4	5	6
1	Крупа рисовая (ГОСТ 6292-93)	13	Шлифованные	нет	4
2	Крупа рисовая (ГОСТ 6292-93)	13	Шлифованные	Гомогенизатор потока на входе в дозатор	0,9
3	Крупа рисовая с добавлением бигото зерна	13	Шлифованные	нет	6
4	Крупа рисовая (ГОСТ 6292-93)	20	Шлифованные	нет	6
5	Крупа рисовая (ГОСТ 6292-93)	13	Искусственная обработка абразивом	нет	5
6	Крупа рисовая (ГОСТ 6292-93)	13	Шлифованные	Электромагнитный вибрационный активатор	3,5

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы о влиянии параметров процесса и характеристик сыпучего продукта на стабильность процесса дозирования:

1. Точность дозирования уменьшается с увеличением шероховатости гранул сыпучего продукта, влажности и количеством примеси, отличающейся по размерам.
2. Использование гомогенизатора потока значительно повышает стабильность дозирования
3. Использование электромагнитного вибрационного активатора позволяет увеличить стабильность дозирования, при этом исключается непосредственное механическое воздействие на продукт.

Список литературы:

1. Agitator Unit in Auger Metering Device for Fertilizer Applicator / Ismaila Z. E., Ibrahima M. M., El-Saadanya M. A., Foudab O. A. // Agricultural mechanization in Asia, Africa, and Latin America. 2011. vol.42 N0.3. p.40-52.
2. Effect of hulling and milling on the physical properties of rice grains / Razavari S.M.A., Farahmandfar R.// International Agrophysics. 2008. vol.22. p.275 – 286.
3. New method for simultaneously measuring the angles of repose and frictional properties of wheat grains/ Khazaei S., Ghanbari S.// International Agrophysics. 2010. vol.24 N0.3. p.479 – 489.
4. Arc formation and destruction in a model bin during vibration/ Ge T. Zhang Q.// Transaction of ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers. 2009. vol.52 №.2. p.559 – 564.

УДК 664.315.6:536.2

К ВОПРОСУ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ЖИРОВОЙ ПРОДУКЦИИ В КРИСТАЛЛИЗАТОРАХ – ОХЛАДИТЕЛЯХ

Б.А. Рогов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

rogtime@mail.ru

Значительную часть современной номенклатуры производства структурированных видов пищевой продукции составляют жировые продукты, такие как масло животное, молочные спреды, маргарины, жировые смеси из животных и растительных жиров.

Способность жировых продуктов кристаллизоваться с образованием требуемой структурированной формы в значительной мере зависит от температуры и скорости кристаллизации триглицеридов, составляющих жировую основу продукции.

В зависимости от температурных условий триглицериды способны испытывать структурные преобразования, сопровождающиеся стадиями переходов жидкообразного в твердообразное состояние. На различных этапах структурирования триглицериды способны образовывать кристаллические формы (полиморфные модификации), различающиеся характером построения элементарной кристаллической решетки, формой кристаллов, вызывая изменение теплофизических и физико-механических свойств жирового сырья.

Технологические регламенты, разработанные для линий производства, например, маргариновой продукции на предприятиях отрасли показывает, что в условиях интенсивной работы кристаллизационного оборудования не учитывают факты повышения температур продукции от 10°C до (20-22)°C вместо рекомендованных (по технологическому регламенту – от (10-12)°C до (12-14)°C, а при производстве продукции без использования кристаллизаторов (для крупноблочной расфасовки) температура достигает (25-26)°C вместо (17-20) °C за счет интенсивного выделения тепла кристаллизации [1].

Превышение температурных параметров при производстве жировой продукции (за счет выделения тепла кристаллизации), приводит к значительным колебаниям и негативным изменениям полиморфного преобразования кристаллической структуры дисперсной системы в зависимости от скорости охлаждения, степени кристаллизации жирового сырья, что не позволяет гарантировать образование качественной структурированной формы в соответствии со стандартными требованиями. Эти изменения полиморфного состояния также могут влиять и на качество жировой продукции при ее хранении, транспортировке и реализации [2].

При этом установлено, что процесс структурообразования и выделения значительной части тепла кристаллизации завершается через за 5-6 минут.

Исследования процессов массовой кристаллизации маргариновой продукции в температурных диапазонах работы кристаллизатора-охладителя показали, что процесс структурообразования с возможностью поддержания метастабильного состояния полиморфной формы жировых продуктов можно регулировать и контролировать (например, по свойствам вязкости), учитывая значения удельной затраты мощности электропривода при работе оборудования [3].

Полученные результаты исследований позволяют использовать их для конструктивной разработки нового типа кристаллизационного оборудования с узлами одновременной пластификации в условиях поддержания метастабильной формы структуры жировой продукции [4].

Список литературы:

1. Рогов Б.А. Техника структурообразования жировой продукции: Справ. пособие. СПб.: СПбГУНиПТ, 2009. 135 с.
2. Рогов Б.А., Петухов Д.В. и др. «К вопросу поддержания метастабильного состояния полиморфной формы жировых продуктов питания». Тезисы доклада. 8-я Международная научная

конференция «Донозоология-2012 на тему: «Пища и питание: Проблемы безопасности и коррекции при формировании здорового образа жизни» 13-14 декабря 2012 г.

3. Рогов Б.А., Петухов Д.В. Анализ исследований кристаллизатора-охладителя для жировой продукции // Вестник МАХ. №3. 2011. С. 34 – 36.

4. Пат. 2467586 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 D 7/02. Устройство для кристаллизации маргариновой продукции / Рогов Б.А., Петухов Д.В. №2011101266/13; заявл. 13.01.2011; опубл. 27.11.2012, Бюл. № 33. 6 с.

УДК 663.4(075.8)

ВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МИНИ-ПИВОВАРЕН**В.Г. Оганнисян¹, И.П. Прохорчик², С.И. Сычѳв¹**

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – Санкт-Петербургский университет управления и пищевых технологий, Санкт-Петербург, Россия

bio@hlebspb.ru

Большинство фирм, специализирующихся на изготовлении варочного оборудования для мини-пивоварен, выбрали путь агрегатирования технологического оборудования, т.е. объединения нескольких аппаратов в один агрегат, что позволяет сократить производственные площади, снизить энергетические затраты и металлоѳмкость оборудования.

Фирма «**ZiP Technologies**» предлагает схему варочного отделения (площадь 25 – 30 м², общая мощность электрооборудования 6 – 7 кВт) для мини-пивоварни производительностью 1000 л/сут (Рис. 1).

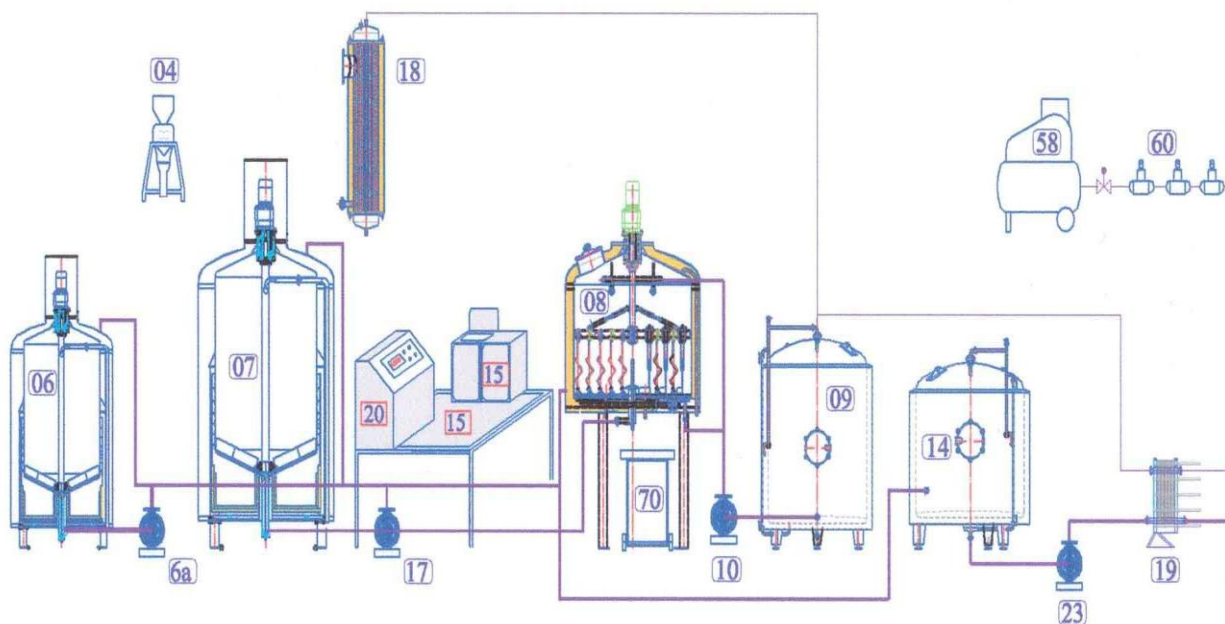


Рис. 1. Схема варочного отделения мини-пивоварни фирмы «**ZiP Technologies**»

Варочное отделение состоит из следующих аппаратов: заторного (6) - для термообработки несоложѳного сырья, заторно-суловарочного (7), фильтр-чана (8), гидроциклонной очистки (14).

Насос 6а предназначен для перекачивания сусла из несоложѳнного сырья в заторно-суловарочный аппарат (7), насос 17 – для перекачивания затора в фильтр-чана (8), насос 10 – для откачки конденсата вторичного пара из ѳмкости 9, переносной насос 23 - для подачи сусла в гидроциклонный аппарат (14) и для перекачивания осветлѳнного сусла в холодильник 19.

Данная схема представляет собой мини-копию варочного отделения крупного производства, о чѳм свидетельствует, например, наличие заторного аппарата для несоложѳнных материалов и конденсатора вторичного пара (18), конденсат из которого поступает в сборник (9). Проведение

процессов экстракции и кипячения сусла в одном аппарате, согласно предложенной схеме, не позволяет говорить о серьёзном агрегатировании.

Использование в аппаратах теплообменных рубашек приводит к увеличению металлоёмкости оборудования, кроме того, интенсивность теплообмена в аппаратах с рубашками, даже при наличии механических перемешивающих устройств, ниже, чем в аппаратах с выносным теплообменником.

Исходя из приведенного количества единиц оборудования, задача разместить его на площади 30 м² представляется весьма сложной.

Венгерская фирма «**Agrometal**» предлагает схему варочного отделения площадью 70 м² и производительностью 1000 л/сут, включающую в себя два основных агрегата: заторно-фильтрационный, в котором происходит замачивание размолотых зерен солода в теплой воде, а затем последующая фильтрация сусла, и суслотварочно-гидроциклонный, в котором производится варка сусла и его гидроциклонная очистка от взвешенных частиц. Аппараты снабжены электронагревательными устройствами, а заторно-фильтрационный агрегат оборудован механической мешалкой.

К недостаткам данного оборудования следует отнести использование электронагревателей в основных технологических аппаратах. Дело в том, что электрические нагреватели, при сравнительно малой поверхности нагрева, должны работать при высоких температурах для обеспечения требуемой скорости нагрева продукта, что может привести к образованию на их поверхности пригара и, в результате этого, к снижению интенсивности теплообмена.

Кроме того, было бы предпочтительнее иметь фильтр-чан в качестве самостоятельного аппарата, способного обслуживать несколько варочных порядков, а заторный, варочный и гидроциклонный аппараты объединить в один агрегат. В этом случае, при возникновении необходимости расширения производства, задача решалась бы проще.

Именно такой варочный агрегат предлагает словацкая фирма **PSS**, на общей раме которого смонтированы: две цилиндрические ёмкости, рабочая площадка, лестница, пульт управления и соединительно-распределительный трубопровод.

Одна из ёмкостей - заторно-суслотварочный агрегат, который совмещает функции заторного, суслотварочного и гидроциклонного аппаратов. Заторно-суслотварочная часть агрегата представляет собой вертикальную цилиндрическую ёмкость, внутреннее дно которой имеет конусообразную форму с углом наклона 15°. Внутри агрегата установлена пропеллерная мешалка с приводом от электродвигателя, оснащённого редуктором, имеющим возможность плавной регулировки частоты вращения вала мешалки при помощи частотного модулятора.

На сферической крышке ёмкости расположен предзаторный аппарат, к которому подведен спиральный транспортёр, обеспечивающий подачу дроблёного солода. Ёмкость оборудована боковым смотровым окном и внутренним освещением для визуального контроля протекающих в ней процессов. Обогрев ёмкости осуществляют с помощью двух независимых паровых рубашек, в которые подают насыщенный водяной пар, при этом скорость обогрева составляет 1°С/мин. Гидроциклонное устройство расположено в нижней части агрегата.

Другая ёмкость – агрегат, в верхней части которого располагается фильтр-чан, в нижней – бойлер, используемый в качестве резервуара горячей воды, получаемой при охлаждении сусла в выносном пластинчатом теплообменнике.

На российском рынке оборудования для малых пивоварен большим спросом пользуется продукция чешской фирмы «**DESTILA**», которая предлагает пивоварни производительностью от 1330 до 4000 л пива в сутки. Оборудование отличается высоким качеством и надёжностью.

Общим для большинства из фирм, занимающиеся разработками в области технологий и оборудования для пивоваренных заводов малой мощности, является то, что для варочных отделений предлагаются дваагрегатные схемы в различных комбинациях технологического оборудования.

В этой связи возникает вопрос - следует ли стремиться к сосредоточению в одном агрегате всех технологических операций приготовления сусла?

Рассмотрим вариант многофункционального агрегата «Integral», предложенного немецкой фирмой «ГЕНА» (Рис. 2.).

Агрегат включает в себя следующие аппараты:

- заторно-суслотварочный (5) (он же служит и гидроциклоном) с обогреваемым паром днищем (3) и лопастной мешалкой (2);

- фильтрационный (15) с разрыхлителем (16), который имеет единый с лопастной мешалкой привод (14) с ситовым пространством (9).

Разрыхлительное устройство (16) имеет возможность совершать, кроме вращательного, возвратно-поступательное движение с помощью специального механизма (13); выгрузка дробины происходит по трубопроводу (18); контроль за происходящим внутри агрегата осуществляется через застеклённые смотровые окна (10 и 17); перекачка технологических сред осуществляется насосами (4 и 6). Агрегат установлен на общей станине (1) и закрыт декоративным кожухом.

Агрегат имеет оригинальную, но сложную конструкцию и не лишен некоторых недостатков.

Во-первых, не рационально используется внутреннее пространство агрегата - центральная часть на две трети пустует и только одну треть полезного пространства занимает аппарат, в котором готовится сусло.

Во-вторых, надёжность агрегата не достаточно высока, т.к. при малейшей поломке одного из его узлов, необходимо будет останавливать всё производство в целом до устранения поломки. Из этого следует, что всё-таки дваагрегатные схемы варочного оборудования наиболее рациональны.

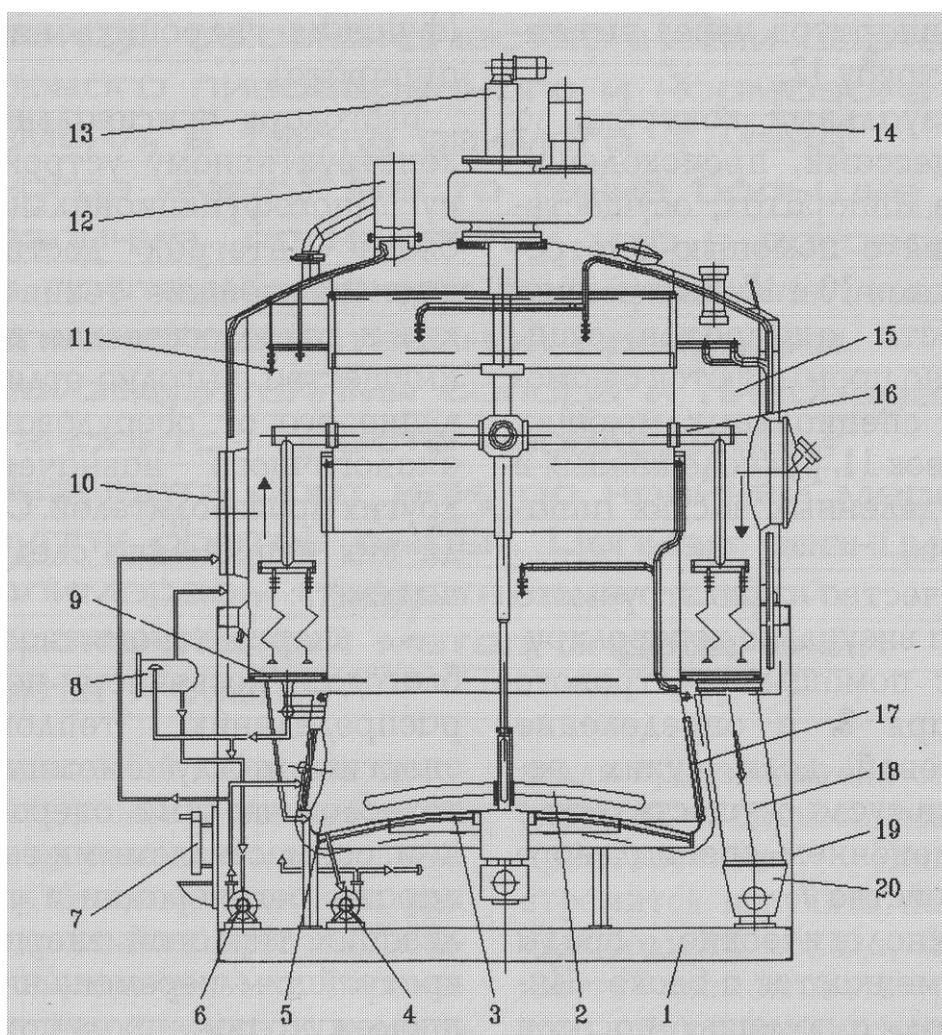


Рис. 2. Схема универсального агрегата "Integral" для приготовления сусла

Из приведенного анализа варочного оборудования для пивоваренных заводов малой мощности следует, что все они имеют общие недостатки, к которым относятся:

- оснащение большинства технологических аппаратов паровыми рубашками, которые в значительной степени увеличивают их металлоёмкость;
- оснащение заторно-сусловарочных агрегатов механическими перемешивающими устройствами, требующими сложного и дорогостоящего привода.

Список литературы:

1. Меледина Т.В., Дедегкаев А.Т., Баланов П.Е. Технология пивного сусла // Учебное пособие. СПб.: «Феникс». 2006. 220 с.
2. Кунце В., Технология солода и пива // Справочник. СПб.: Профессия. 2001. 911 с.
3. Кунце В. Технология солода и пива // Справочник. СПб.: Профессия. 2001. 911 с.
4. Бэмфорт Ч., Новое в пивоварении. СПб.: Профессия. 2007. 519с.

УДК 629.1-473

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ И ХРАНЕНИЯ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИЙ**В.Ф. Умаров, Г.И. Салимов**

Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан

jasursafarov@mail.ru

Реологические свойства характеризуют поведение продуктов в условиях напряженного состояния, основными показателями которого являются напряжение, величина и скорость деформации, упругость, пластичность, вязкость и плотность. У одного и того же материала в зависимости от его состояния и условий нагрузки проявляются различные свойства. К другим хорошо изученным свойствам относятся пластичность, прочность, плотность (насыпная, объемная), твердость, тиксотропия. Таким образом, основная цель изучения структурно-механических свойств продуктов питания – разработка методов их регулирования в направлении наиболее рационального использования в производстве. В зависимости от результатов измерений можно предъявлять определенные требования к технологическим свойствам сырья, методов ее переработки и хранения, транспортировке. От изменения структурно-механических свойств меняются микробиологические и биохимические процессы в продукте. Изменения свойств приводят к ненормируемым потерям. К ним относятся потери, образующиеся в результате снижения качества или порчи товаров и повреждения тары при неправильном хранении и транспортировании, а также разницы между фактической массой тары и массой по трафарету (завес тары). Транспортабельность и лежкость плодовых овощей определяются их биологическими и физико-морфологическими признаками. Необходимо рассчитывать коэффициенты корреляции и уравнения регрессии, определяющие пригодность продукции к транспортированию и хранению по морфологическим признакам плодов и их физико-механическим показателям [1-3].

Рассмотрим одну из реологических свойств сельхозпродуктов – упругость и исследуем его влияние на продукт во время транспортировки; при хранении их в контейнерах эти выводы также могут быть полезны. При перевозке и хранении в контейнерах за упругость сельхозпродуктов можно использовать объёмный модуль упругости K , характеризующий способность вещества сопротивляться к всестороннему сжатию. Это величина определяет, какое нужно приложить внешнее давление для уменьшения объёма в 2 раза. Единицей измерения модуля упругости K является

Паскаль (Па), $K = -V \frac{\partial P}{\partial V}$ где P – давление, V – объём, $\frac{\partial P}{\partial V}$ – частная производная давления по объёму.

Строго говоря K является термодинамической величиной и часто для материалов (непищевых) используют методы рентгеновской дифракции. Для сельскохозяйственных продуктов (имеющие широкий диапазон величин в зависимости от структурно-механических величин, свойственные каждому продукту в зависимости от сорта, спелости, климата местности, длительности хранения и других причин) можно упругость определять заменой относительно близким модулем упругости из закона Гука. Рассмотрим пример перевозки в контейнере корнеплода, скажем свеклы или картофеля (рис.1). Контейнер имеющий площадь S загружен до высоты h . При транспортировке или хранении продукт создает усадку за счет давления F по высоте Δh . Для анализа состояния данного процесса введены понятия усреднения и усредненных величин – плотности, модуля упругости, пластичности, напряжения или давления.

$$\sigma = F/S = \rho Vg / S = \rho hg$$

В то же время из закона Гука $\sigma = E \Delta h / h$

$\rho hg = E \Delta h / h$ Отсюда имеем $h^2 / \Delta h = E / \rho g$. Следовательно, измеряя высоту загрузки корнеплодов h и усадку Δh в экспериментальном контейнере с площадью S можно определить модуль упругости E для корнеплода в общем случае и в частности и для фруктов, перевозимых в контейнерах свойственные каждому продукту в зависимости от сорта, спелости, климата местности, длительности хранения и других причин. Если мы определим для каждой партии, сорта и вида продукта модуль упругости E , при сохраненных качествах продукта экспериментально к различным

размерам контейнера, что не занимает много времени, можно определить по усадке Δh высоту оптимальной загрузки. Фермеры, перевозящие продукцию знают это экспериментально (интуитивно): арбуз можно загружать на грузовую машину доверху (1,5 -1,8 метра), картошку на ту же грузовую до 1 метра, томаты до 3-4 слоев в ящики, яблоки, груши не более 2-3 слоев, желателен завернуть в бумагу, виноград–1 лой. Выше этих размеров продукция портится.

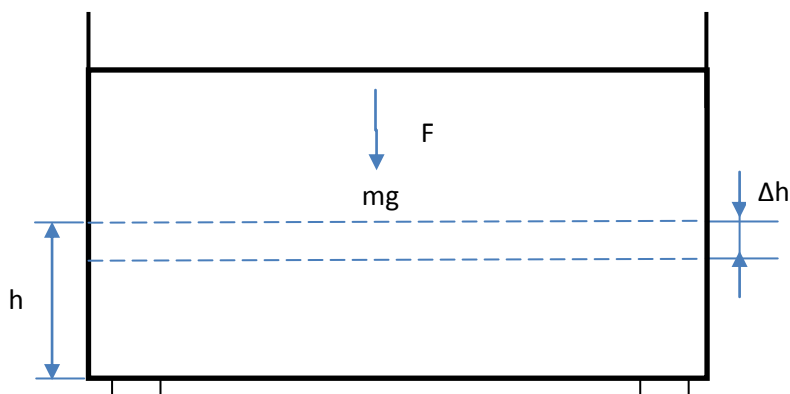


Рис.1. Схема контейнера с корнеплодами

Данный метод определения высоты загрузки перевозных или для хранения контейнеров можно использовать в фирмах, занимающихся изготовлением контейнеров, деревянных или пластмассовых - для определения размеров контейнеров с целью оптимизации из загрузкиемостью продукцией и размещением в авто или железнодорожном транспорте. Такие исследования в ТашГТУ ведутся и итогом работы несомненно будут рекомендации (среднестатистические для определённых сельхозпродукций, с отклонениями размер контейнера – сорт продукта не более 10%). Также можно имея размер контейнера и зная модуль упругости продукта оптимально использовать контейнер для хранения определенного продукта в складах, с учётом микробиологических и биохимических процессов в продукте за время хранения.

Список литературы:

1. Прищепина Г.А. Технология хранения и переработки продукции растениеводства с основами стандартизации. Учебное пособие. Часть I. Картофель, плоды и овощи: учебное пособие. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. 60 с.
2. ССЭВ 4295-83 Фрукты и овощи свежие. Отбор проб.
3. Широков Е.П., Полегаев В.И. Хранение и переработка продукции растениеводства с основами стандартизации и сертификации. Часть 1. Картофель, плоды, овощи. М.: Колос, 2000. 254 с.

ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК613.24/.25

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ БЕЛКОВОГО КОМПЛЕКСА ЛЮПИНА

Е.И. Мельникова, Е.В. Богданова, М.И. Багацкая

Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

Bagackaya_marina@mail.ru

Перспективное направление развития молочной промышленности – разработка принципиально новых, оригинальных технологий рациональной переработки вторичного сырья. К наиболее прогрессивным инновациям в области переработки молочной сыворотки можно отнести комбинирование ее с растительным сырьем с целью получения пищевых композиций для функционального и лечебно-профилактического питания.

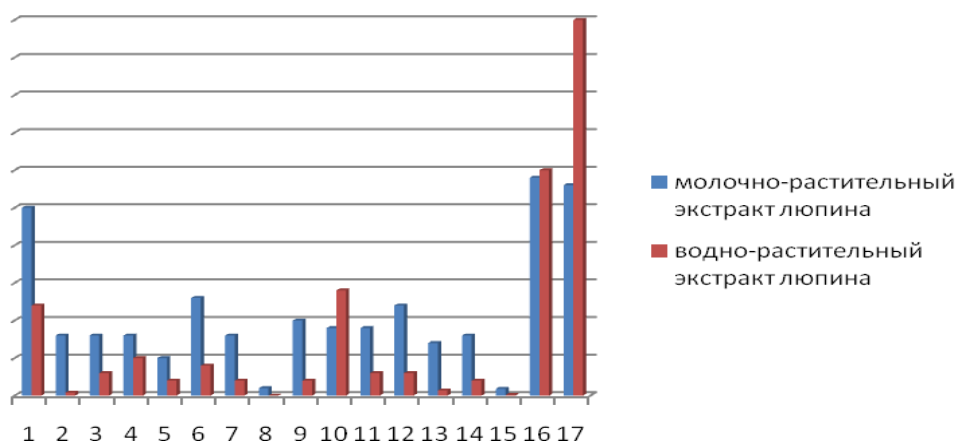
Анализ литературных источников показал, что большой научный и практический интерес при создании ассортимента комбинированных молочных продуктов представляют зерновые культуры, в частности люпин, характеризующейся высоким содержанием белка [1]. К эффективным методам извлечения физиологически ценных компонентов из его плодов является экстрагирование - наиболее доступный и распространенный в пищевой промышленности способ получения биологически активных веществ. Такой способ обработки обеспечивает сохранение нативных свойств наиболее лабильных компонентов при одновременном повышении массовой доли белка, позволяет обогатить молочную сыворотку физиологически функциональными ингредиентами с целью повышения ее пищевой и биологической ценности и функциональных свойств [2].

Для извлечения питательных веществ из растительного сырья обычно применяется традиционный экстрагент – вода. Нами впервые предложено в качестве экстрагента использовать подсырную сыворотку. Это предложение основывается на следующих ее характеристиках:

1. Активная кислотность сыворотки ($pH=5,85\pm 0,05$) не требует дополнительного расхода пищевых кислот для экстрагирования;
2. Высокое содержание воды обеспечивает ее соответствие требованиям, предъявляемым к экстрагентам (негорюча, нетоксична, доступна по стоимости).

Важной характеристикой люпинового экстракта, определяющей его дальнейшую переработку, является массовая доля белка, макро-, микроэлементов, витаминов.

В ходе исследований определен сравнительный аминокислотный состав молочно-растительного и водно-растительного экстракта люпина, представленный на рис.1. Экстрагирование сывороткой существенно улучшает аминокислотный состав композиции по содержанию лизина, метионина, цистеина, фенилаланина, изолейцина, тирозина, валина, гистидина, серина, аланина, аспарагина, глутамина, пролина, аргинина, глицина.



1-аргинин; 2-лизин; 3-тирозин; 4-фенилаланин; 5-гистидин; 6-лейцин; 7-изолейцин; 8-метионин; 9-валин; 10-пролин; 11-треонин; 12-серин; 13- аланин; 14-глицин; 15-цистин; 16- глутаминовая кислота; 17- аспарагиновая кислота

Рис.1. Сравнительный анализ аминокислотного состава растительного экстракта люпина при использовании экстрагента сыворотки и воды

Молочно-растительный экстракт люпина содержит минеральные соли и является хорошим источником водорастворимых витаминов (таблица 1): В₂,С,РР.

Химический анализ новой пищевой композиции показал, что при применении подсырной сыворотки в качестве экстрагента увеличивается массовая доля жира в готовом продукте до 1,5%. Содержание марганца, входящего в состав молочно-растительного экстракта в 5 раз выше, чем в водно-растительном экстракте люпина.

Молочно-растительный экстракт является эффективным источником основных макроэлементов для организма человека – кальция, магния, калия и фосфора. Фосфор играет не только центральную роль в виде АТФ, но и сопровождает процессы гликолиза, гликогенеза и пептозного цикла. Фосфор в виде остатка фосфорной кислоты входит в состав нуклеотидов и нуклеиновых кислот, фосфопротеидов и фосфолипидов, а также фосфорилированных форм сахаров. Остаток фосфорной кислоты и её органические соединения выполняют в организме структурные (вместе с кальцием входит в состав основного минерального компонента костной ткани – оксиапатита) и метаболические функции (принимает участие в процессах кодирования, хранения и использования генетической информации, биосинтезе нуклеиновых кислот, белков, росте и делении клеток.

Таблица 1

Содержание витаминов и минеральных веществ в молочно-растительном экстракте и в водно-растительном экстракте

Наименование компонента	Молочно-растительный экстракт	Водно-растительный экстракт
Витамины, мг/100г, в том числе:		
С	0,29	0,12
В ₂	0,17	-
РР	0,78	0,67
Микроэлементы, мкг/100г, в том числе:		
Медь	0,035	0,022
Цинк	менее 0,001	0,8
Марганец	5,63	1,15
Железо	0,35	0,3
Макроэлементы, мг/100г, в том числе:		
Кальций	0,1	0,02
Фосфор	0,11	0,08
Магний	0,01	0,006
Калий	0,3	0,006

Преимущества молочно-растительного экстракта люпина как источника эссенциальных веществ и важнейших нутриентов очевидны, что подтверждает перспективу создания пищевых продуктов на его основе.

По результатам исследования химического состава молочно-растительного экстракта люпина установлено, что полученная пищевая композиция характеризуется ценным химическим составом. Она может быть применена в производстве пищевых продуктов как комплексная пищевая добавка (согласно определениям ГОСТ Р 52499 – 2005), содержащая физиологически функциональные ингредиенты (согласно определениям ГОСТ Р 52349 – 2005).

Список литературы:

1. Современные тенденции в переработке молочной сыворотки [Текст] / Н. В. Макарова, А. В. Зимичев, Д. В. Зипаев и др. // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2008. №4. С. 5–7.
2. Мельникова Е.И. Изучение кинетики экстрагирования пищевых компонентов скорцонеры творожной сывороткой [Текст] / Мельникова Е.И., Богданова Е.В., Комова С.В. Кемерово. 2013.

УДК 664.8.037

ИЗВЛЕЧЕНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПОМОЩЬЮ ЭКСТРАКЦИИ

Ю.Г. Базарнова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Росси

j_bazar@rambler.ru

Согласно международной классификации ФАО/ВОЗ, натуральные фитопрепараты в форме экстрактов и концентратов с высоким содержанием биологически активных веществ (БАВ) включены в перечень функциональных продуктов.

Экстракция природного комплекса биологически активных веществ (БАВ) растительного сырья водно-спиртовыми смесями и сжиженным диоксидом углерода является одним из наиболее технологичных способов получения их стабилизированных форм, главным достоинством которых является сохранение естественных пропорций природных веществ [1, 4].

Целью настоящей работы являлась разработка технологии экстракции биологически активных веществ дикорастущего травянистого и плодового сырья.

В качестве объектов исследования использовали надземные части фенолнакапливающих дикорастущих растений семейств *Lamiaceae*, *Asteraceae* (*Compositae*), *Hypericaceae*, *Rosaceae*, *Vacciniaceae*, *Caprifoliaceae*, широко распространенных в Северо-Западном регионе РФ, разрешенных к применению в пищевой промышленности и характеризующихся комплексным воздействием на организм человека.

Среди разнообразия БАВ растительного сырья особый интерес представляют продукты вторичного метаболизма высших растений, а именно фенольные соединения, относящиеся к минорным компонентам пищи и обладающие широким спектром физиологического действия на организм, в том числе Р-витаминной и антиоксидантной активностью [3].

Для изучения полноты извлечения фенольных веществ дикорастущего сырья в качестве экстрагентов использовали подготовленную воду и водно-спиртовые смеси.

Содержание этанола в экстрагирующей смеси определяется природой БАВ, содержащихся в растительном сырье. Для сырья с высоким содержанием гликозидов (семечковые плоды и ягоды) используют 70 %-ный этиловый спирт. Вместе с гликозидами в сырье содержатся ферменты, способные катализировать гидролиз гликозидов. Ферменты плохо растворимы в спирте, поэтому использование 70 %-ного этанола позволяет их изолировать. Для дикорастущих пряных трав и ягод (зверобой, тысячелистник, чабрец, шалфей, хмель, можжевельник), содержащих эфирные масла, рекомендуют использовать концентрированный (90 %-ный) этиловый спирт, имеющий высокую ёмкость по растворению эфирных масел [2].

Влияние концентрации спирта на содержание экстрактивных веществ и флавонолов в водно-спиртовых извлечениях (ВСИ) чабреца, зверобоя и боярышника, полученных мацерацией сухого сырья, представлено в табл. 1.

Зависимость содержания экстрактивных веществ и флавонолов в ВСИ от концентрации спирта в экстрагенте. Условия экстракции: мацерация, (20 ± 2) °С; 12 ч

Состав экстрагента	Общее содержание, %	
	Сухого остатка %	Флавонолов, %
<i>Трава чабреца</i>		
70 %-ный этиловый спирт	1,85±0,10	0,030±0,001
50 %-ный этиловый спирт	2,12±0,10	0,026±0,001
20 %-ный этиловый спирт	2,25±0,12	0,018±0,001
Вода	2,45±0,13	0,015±0,002
<i>Трава зверобоя</i>		
70 %-ный этиловый спирт	2,50±0,10	0,028±0,001
50 %-ный этиловый спирт	2,85±0,12	0,025±0,001
20 %-ный этиловый спирт	3,55±0,15	0,020±0,001
Вода	4,25±0,15	0,015±0,002
<i>Плоды боярышника</i>		
70 %-ный этиловый спирт	1,70±0,10	0,030±0,001
50 %-ный этиловый спирт	2,25±0,10	0,035±0,001
20 %-ный этиловый спирт	2,50±0,10	0,025±0,001
Вода	2,85±0,12	0,018±0,002

Установлено, что выход флавонолов увеличивается с повышением концентрации спирта незначительно. В то же время максимальное содержание экстрактивных веществ в ВСИ наблюдалось при использовании водно-спиртовых смесей, содержащих от 50 (травы) до 70 % (плоды) этилового спирта.

На основании полученных данных выявлено, что для наиболее полного извлечения суммы экстрактивных веществ и флавонолов из сухого дикорастущего сырья лучше использовать водно-спиртовые смеси с содержанием спирта от 50 до 70 %.

Динамика извлечения флавонолов в значительной степени связана со структурными особенностями сухого растительного материала. Поскольку внутренняя часть растительной клетки после высушивания заполнена воздухом, клеточная стенка и мембраны клеточных органоидов приобретают свойства пористых перегородок. Экстрагент проникает через поры внутрь клетки, вытесняя воздух. Заполнение капилляров и клеток растворителем может протекать достаточно долго, так как воздух препятствует диффузии жидкости. Поэтому скорость экстракции зависит от смачиваемости сырья растворителем [2].

Определены насыпная масса ($0,32 - 0,35$ г/см³), фракционный состав (0,2 – 5,0 мм) и коэффициент поглощения экстрагента растительной массой (2,4–2,6 — для травянистого и 1,8–2,0 — для плодового сырья).

Динамика извлечения флавонолов из дикорастущего сухого травянистого и плодового сырья мацерацией 50%-ным этиловым спиртом при температуре (20 ± 2) °С приведена на рис. 1.

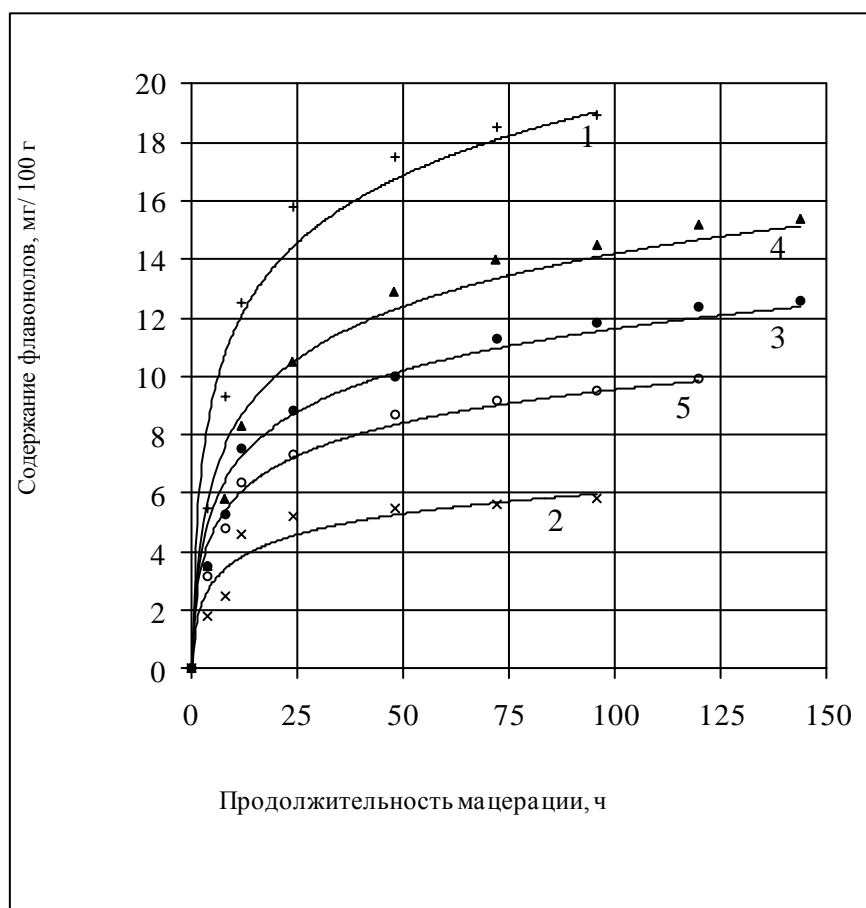


Рис. 1. Динамика извлечения флавонолов из сухого измельченного сырья 50%-ным этиловым спиртом: 1 — календула; 2 — душица; 3 — боярышник; 4 — шиповник; 5 — зверобой

Установлено, что концентрационное равновесие флавонолов при их экстракции водно-спиртовыми смесями из травянистого сырья наступает быстрее, чем в случае экстракции флавонолов из плодового сырья. Продолжительность экстракции флавонолов из дикорастущих трав составила от 50 ч (душица) до 120 ч (зверобой); из дикорастущих плодов — до 145 ч (шиповник, боярышник). Выход флавонолов составил от 60 до 70 % от исходного содержания в сырье.

Таким образом, показано, что экстрагирование методом однократной мацерации при комнатной температуре является малоэффективным для извлечения экстрактивных веществ и флавоноидов, поскольку процесс экстрагирования протекает только до установления динамического равновесия в системе «сырье – экстрагент».

Для получения многокомпонентных водно-спиртовых извлечений использовали фитокомпозиции из плодового и травянистого сырья (табл. 2). Комплекс БАВ фитокомпозиций включал флавоноиды, дубильные вещества, терпеноиды, витамины. Перечисленные природные соединения обладают взаимной совместимостью и хорошей растворимостью в водно-спиртовых смесях. При составлении фитокомпозиций сухое измельченное сырье смешивали в соотношении 1 : 1 : 1 по массе.

Получение многокомпонентных ВСИ осуществляли методом перколяции с последующим сгущением. С целью оптимизации условий экстрагирования использовали метод математико-статистического планирования эксперимента [1]. Проведены исследования влияния различных факторов (концентрации этилового спирта в экстрагенте; продолжительности предварительного настаивания и экстракции сырья; температуры экстрагирования) на выход экстрактивных веществ.

Обоснованы следующие технологические режимы экстракции: соотношение сырье-экстрагент — 1 : 7; концентрация спирта в экстрагенте — 50–55 %; время экстрагирования — 70–80 ч; температура системы твердое тело–жидкость — 30–35 °С. Выход суммы флавоноидов составил 80–85%, выход сухих веществ — 80%.

Полученные экстракты отстаивали при комнатной температуре в течение 3 сут при температуре (20±2) °С и отфильтровывали через мембранный фильтр. По комплексу органолептических и

физико-химических показателей установлено, что полученные ВСИ, упакованные в стеклянную светонепроницаемую тару, сохраняют требуемый уровень качества при температуре $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 12 мес.

Таблица 2

Характеристики фитокомпозиций дикорастущих трав и плодов

Наименование	Сырьевой состав	Доминирующие БАВ	Сопутствующие БАВ
«Лесная поляна»	Зверобой (трава), брусника (ягоды, лист) календула (цветки)	<i>Флавоноиды:</i> гиперозид, рутин, кверцетин, кемпферол Оксибензойные кислоты, урсоловая кислота	Дубильные вещества, токоферолы, азулен, γ -ситостерол, α -пинен, мирцен, β -каротин
«Душистая»	Шалфей (лист), душица (трава), мята перечная (лист)	<i>Флавоноиды:</i> кверцетин, апигенин, виценин, гесперидин Хлорогеновая кислота, α - и β -пинен	Токоферолы, витамин С, γ - и β -ситостерол, ПНЖК, урсоловая и олеаноловая кислоты
«Пряные травы»	Чабрец (трава), тысячелистник (трава), шалфей (лист)	<i>Флавоноиды:</i> рутин, апигенин, лютеолин Хлорогеновая, розмариновая и салициловая кислоты, дубильные вещества, тимол, карвакрол	Токоферолы, витамин С, γ - и β -ситостерол, ПНЖК, урсоловая кислота
«Лесной аромат»	Зверобой (трава), душица (трава), мята перечная (лист)	<i>Флавоноиды:</i> гиперозид, гесперидин, кверцетин, кемпферол, лютеолин, апигенин, виценин. α - и β -пинен	Дубильные вещества, токоферолы, азулен, γ -ситостерол, β -каротин, линолевая и линоленовая кислоты, урсоловая и олеаноловая кислоты
«Дары природы»	Рябина (плоды), шиповник (плоды), боярышник (плоды)	<i>Флавонолы:</i> рутин, кверцетин, кемпферол, изокверцетрин, гиперозид, витексин Органические и фенолкислоты, L-аскорбиновая кислота	Каротиноиды, антоцианы, линолевая и линоленовая кислоты

Список литературы:

1. Ахназарова С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. Москва : Высшая школа, 1985. 327 с.
2. Минина С.А. Химия и технология фитопрепаратов / С.А. Минина, И.Е. Каухова. Москва: ГЭОТАР-МЕД, 2004. 560 с.
3. The flavonoid / ed. J. V. Harborne, T. J. Mabry. London: Chapman & Hall, 1982. 1204 p.
4. Эликсиры / под ред. В.Г. Макарова. Санкт-Петербург: Межрегиональный центр «Адаптоген», 1999. 218 с.

УДК 664.92.035.2

ВЛИЯНИЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА ПТИЦЫ**Ю.Г. Базарнова, Е.М. Черников, М.С. Сеськин**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

egor7020@gmail.com

Творожной сывороткой называют молочную сыворотку, полученную от кислотного свертывания молока в результате накопления молочной кислоты в процессе сбраживания лактозы. При свертывании молока в сыворотке остается большая часть сывороточных белков, минеральных веществ, водорастворимых витаминов [4].

Ранее нами проведены исследования состава образцов творожной сыворотки, полученной из коровьего молока в зимний и летний периоды 2012 и 2013 г.г. [3]. Установленное содержание белка в сыворотке варьировало от 1,82 до 2,82 %, а значения активной кислотности – от 6,0 до 6,4, что свидетельствует о ее технологической совместимости с тканями мяса. Содержание ионизированного кальция в образцах сыворотки колеблется от 51,2 до 70,5 мг/л, что открывает перспективы использования творожной сыворотки в качестве основ для приготовления посолочных смесей и маринадов, улучшающих функционально-технологические свойства цельномышечных и фаршевых изделий [2, 4].

Целью настоящей работы являлось исследование влияния творожной сыворотки на функционально-технологические показатели мяса птицы.

В качестве объектов исследования использовали образцы свежей творожной сыворотки летней выработки, полученные из подсобного хозяйства Ломоносовского района Ленинградской области в 2013 году, а также образцы белого (филе грудной части) и красного (голень) мяса кур.

Разработаны модельные рецептуры рассолов с содержанием творожной сыворотки 30, 50, 70 и 100 % и 2 % поваренной соли. В качестве загустителей использовали смесь ксантановой и гуаровой камедей в соотношении 1:7 соответственно [1], содержание загустителей в рассолах составляло 1 %. В качестве контрольного образца использовали

2 %-ный раствор соли с добавкой 1 % загустителей.

Посол филе и голеней кур проводили мокрым способом при температуре 2 - 4 °С в течение 12 ч.

Исследовали активную кислотность, содержание влаги и влагоудерживающую способность (ВУС) мяса до и после посола, а также потери при термообработке (запекание). Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние творожной сыворотки на функционально-технологические показатели куриного мяса при мокром посоле

Содержание сыворотки в рассолах, %	Функционально-технологические показатели куриного мяса			
	Содержание влаги, %	pH	ВУС, %	Потери при термообработке, %
Сырое филе				
-	73,9±0,5	6,5	47,6±0,3	30,1± 0,2
Филе после посола				
0 (контроль)	75,1±0,5	6,6	50,3±0,3	38,3± 0,2
30	77,0±0,5	6,4	52,9±0,3	36,1± 0,2
50	78,5±0,5	6,2	53,3±0,3	27,3± 0,2
70	78,7±0,5	6,0	54,1±0,3	26,8± 0,2
100	78,6±0,5	5,8	54,3±0,3	26,2± 0,2

Сырое мясо голеней				
-	76,7±0,08	6,3	49,2±0,3	25,1± 0,2
Мясо голеней после посола				
0 (контроль)	78,0±0,5	6,5	53,6±0,3	27,3± 0,2
30	79,6±0,5	6,4	54,7±0,3	24,6± 0,2
50	80,8±0,5	6,3	55,4±0,3	22,8± 0,2
70	82,3±0,5	6,2	55,9±0,4	15,5± 0,2
100	82,9±0,5	6,0	56,2±0,4	15,0± 0,2

Полученные результаты свидетельствуют, что использование творожной сыворотки в качестве основ для приготовления рассолов позволяет увеличить влагоудерживающую способность филе кур до 4,0 % и голеней до 2,6 % относительно контрольного образца. Установлено, что использование посола с применением творожной сыворотки позволяет увеличить ВУС куриного мяса до 7 %.

За счет увеличения ВУС мяса снижаются потери при термообработке полуфабрикатов после посола. Так, потери при термообработке мяса после посола снизились на 2,2-12,1% (филе) и на 2,7-12,3 % (голень) относительно контрольного образца.

Минимальные потери при термообработке наблюдаются для филе и голеней, подвергшихся посолу в рассолах, содержащих неразбавленную творожную сыворотку.

Органолептические профили запеченного куриного филе и голеней приведены на рис. 1 и 2.

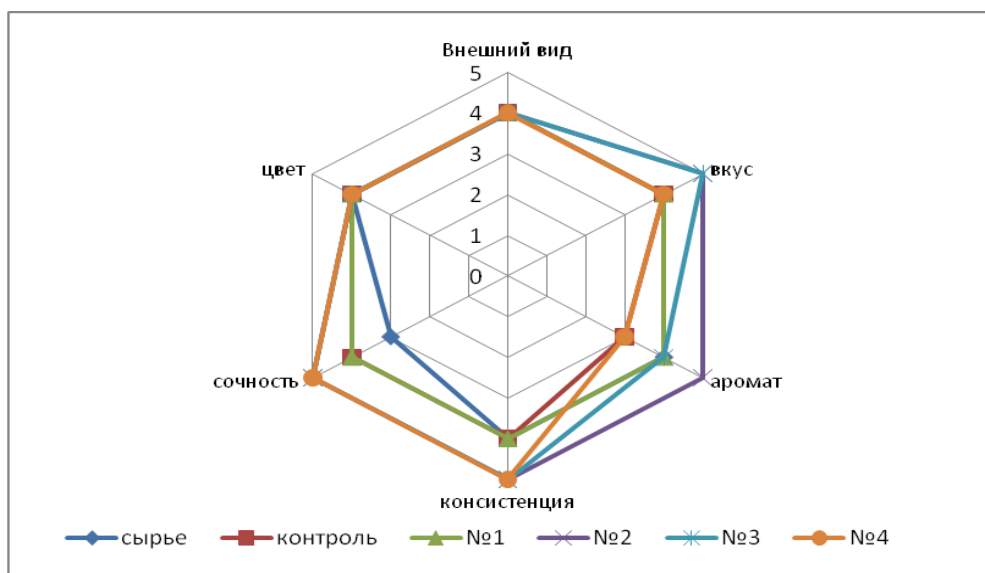


Рис. 1. Органолептические профили образцов запеченного куриного филе в баллах
Где №1 - рассол с содержанием сыворотки 30%, №2 - рассол с содержанием сыворотки 50%, №3 - рассол с содержанием сыворотки 70%, №4 - рассол с содержанием сыворотки 100%

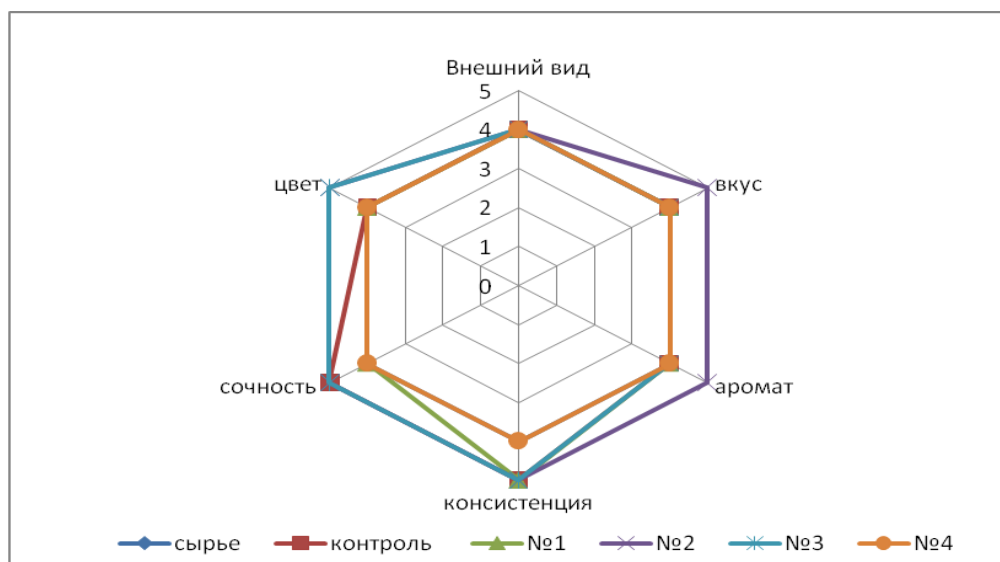


Рис. 2. Органолептические профили образцов запеченных куриных голеней в баллах
Где №1 - рассол с содержанием сыворотки 30%, №2 - рассол с содержанием сыворотки 50%, №3 - рассол с содержанием сыворотки 70%, №4 - рассол с содержанием сыворотки 100%

Использование 50 и 70% сыворотки в составе рассолов увеличивает сочность, улучшает вкус и консистенцию белого (филе) и красного (голень) мяса кур. При использовании в составе рассолов неразбавленной творожной сыворотки мясо приобретает характерный творожистый привкус.

Таким образом, показано, что использование творожной сыворотки в составе рассолов позволяет увеличить ВУС куриного мяса и снизить потери при кулинарной обработке. Использование творожной сыворотки способствует ускорению процессов созревания мяса и формированию высоких потребительских свойств кулинарных изделий.

Список литературы:

1. Базарнова Ю.Г., Дубровский А.А., Сеськин М.С. Декоративные маринады для натуральных мясных полуфабрикатов // Мясная Индустрия. 2012, №8. С. 42 – 44.
2. Стефанова, И.Л., Продукты на основе мяса птицы для функционального питания // И.Л. Стефанова, Д.В. Шахназарова, Н.В. Тимошенко // Мясная индустрия. 2008. №6. С. 20 – 23.
3. Черников Е.М., Базарнова Ю.Г. Разработка смесей функциональных ингредиентов на основе творожной сыворотки для мясopодуктов со знаком Халяль // Всероссийский конгресс молодых ученых ИТМО 2013г. Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Санкт-Петербург, 2013. Вып. 4. С. 105 – 106.
4. Шипулин В.И., Стрельченко А.Д., Фисенко Д.Г. Использование сухой деминерализованной и изомеризованной молочной сыворотки в технологии колбасных изделий // Пищевая Индустрия. 2012. № 3. С. 65 – 67.

УДК 664.959.5

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И БАД**О.Я. Мезенова, Н.Ю. Ключко, Л.С. Байдалинова, Е.В. Ташина, С.В. Андропова, М.В. Матковская, Н.Ю. Мезенова**

Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия

mezenova@klgtu.ru

Вторичное рыбное сырье (ВРС) – кости, кожа, чешуя, плавники, головы, внутренности, гонады рыб в большом количестве скапливаются на рыбоперерабатывающих предприятиях Калининградской области. Основная их часть не находит достойного применения и в лучшем случае реализуется на корм животным. Однако ВРС является источником ценных биологически активных веществ (БАВ): протеины, полиеновые жирные кислоты, минеральные компоненты, гликозаминогликаны, ферменты и др. [1].

Обоснована технология желейного продукта остеотропного и хондропротекторного действия, изготавливаемого из чешуи сардины и голов кильки. Функциональность продукта обусловлена обогащением базовой желейной композиции белковыми, минеральными, липидными ингредиентами данного сырья, предварительно проваренного, высушенного и тонко измельченного, а также витаминами и биофлавоноидами растительных добавок в виде экстрактов мяты перечной, череды и шалфея.

Полученные желейные продукты, названные «Биокопфжеле» и «Биошуппезеле», обладают функциональным действием за счет привнесения в желатиновую основу белковых, минеральных и липидных веществ из ВРС, а также БАВ из фитоэкстракта, которые являются также консервантами. За счет желатина достигается трехмерная структура продукта, обеспечивающая механические свойства композиции. При приготовлении фитоэкстрактов итоговые биопродукты обогащаются примерно на 25% массы воды биологически активными веществами растений.

Другим направлением использования ВРС является приготовление на основе чешуи рыб биодобавок для спортсменов. Актуальность темы обусловлена практическим отсутствием натурального спортивного питания на основе гидробионтов на рынке спортивных продуктов России. Новые биодобавки включают пептиды и аминокислоты гидролизованной чешуи, жирные кислоты ее липидов, витамины, минеральные вещества, необходимые аминокислоты, углеводы, минеральные вещества и гормоны пчелиной пыльцы, флавоноиды, витамины и органические кислоты мяты, объединенные желатиновой натуральной основой. Композиция из данных ингредиентов позволяет спортсмену получать «быструю» и эффективную энергию, укреплять опорно-двигательную систему, снимать стресс, нормализовать нервную систему и клеточное дыхание, мобилизовать волю и управлять физической силой (без отрицательных последствий). В новой технологии предварительно измельченную и высушенную чешую подвергают гидролизу под действием фермента коллагеназы в среде экстракта мяты, смесь инактивируют теплом и фильтруют. Оставшаяся негидролизованная часть высушивается и измельчается, используя в качестве порошкообразной массы. Итоговая композиция является источником таких ценных аминокислот, как глицин (29,4%), аланин (9,9%), аспарагиновая (7,8%) и глутаминовые (6,9%) кислоты, участвующие в синтезе соединительной ткани, а также минеральных веществ (% массы сухого вещества), как кальций (24,6 %), фосфор (6,9 %) и магний (2,1%), формирующих костный скелет организма. Немаловажным для спортсменов является наличие в гидролизате чешуи таурина (2,16%), ценных жирных кислот из липидов чешуи. Это (% массы жировой фракции): пальмитиновая (34,8), пальмитолеиновая (14,8 %), линолевая (0,6 %), эйкозапентаеновая (5,7 %) и другие, которые обеспечивают липидный обмен, тканевое питание и дыхание спортсмена.

В разработанной технологии биодобавки, названной «SportBS», в гидролизованной фракции чешуи далее растворяется пчелиная пыльца, как источник более 250 важных БАВ: витамины, микро- и макроэлементы, ценные белки, эссенциальные углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты, незаменимые жирные кислоты, фитогормоны, флавоноиды, ферменты, гормоны и другие БАВ. Макро- и микро элементы пыльцы включают более 28 наименований. Далее смесь обогащают L-

карнитином, который выполняет роль жироксигателя, концентрируя энергию липидов в дыхательных центрах митохондрий клеток. 100 г биодобавки, “SportBS” удовлетворяет суточную потребность спортсменов в аминокислотах, необходимых для мышечной работы спортсменов, – валине, лейцине и изолейцине – соответственно на 77,5%, 67,2% и 65,0%. Калорийность – 184,2 ккал на 100 г, что актуально для спортсменов.

Переработка ВРС требует решения вопроса использования липидной фракции. Перспективным является получение препаратов полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), требующих для их стабилизации антиоксидантов, прежде всего, натуральной природы [2]. Исследования проводились с жиром, полученным из отходов от разделки семги. Из жира, полученного путем вытапливания, была отделена фракция насыщенных жирных кислот (12,5% от массы жира). Высокие значения йодного числа оставшейся фракции свидетельствуют о высокой степени ненасыщенности липидов семги. В качестве антиоксидантов использовали экстракты шалфея, имбиря, розмарина и пажитника, смесь экстрактов розмарина и зеленого чая, токоферол, астаксантин, а также ионол и дигидрокверцетин. В образцах с антиоксидантами (0,2% к массе жира) исследовали гидролитические и окислительные изменения (по ГОСТ Р 52110-2003, ГОСТ Р 51487-99, рис. 1). Видно, что процессы гидролиза и первичного окисления, интенсивные в контрольном образце, стабилизируются при использовании экстрактов розмарина или смеси экстрактов розмарина и зеленого чая.

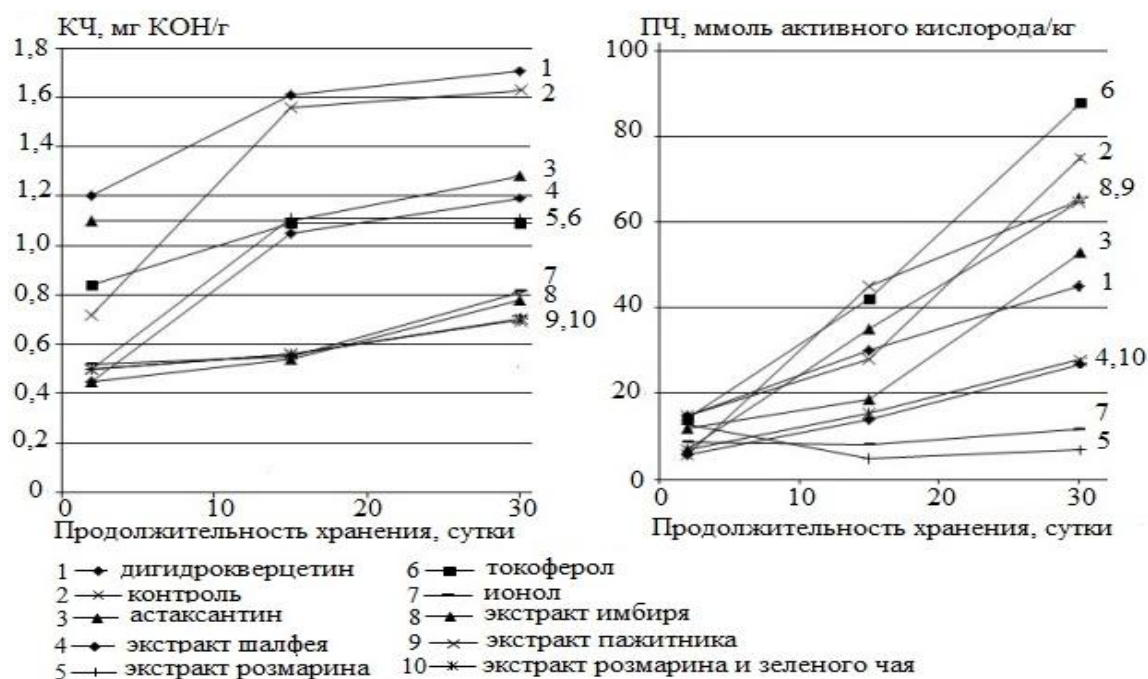


Рис. 1. Изменения кислотного и перекисного чисел жира из семги в процессе хранения в присутствии различных антиоксидантов

При разделке рыбы часто недоиспользуемыми являются гонады рыб – икра и молоки, содержащие незаменимые аминокислоты, ПНЖК, ДНК и РНК, витамины, минеральные и другие БАВ [1-3]. Предложено использовать их в технологии комбинированных плавленых сыров повышенной биологической ценности путем смешивания пробитой икры, измельченных молок, творога, сыра твердых сортов, коровьего молока, соли-плавителя «Фонакон», при дальнейшем плавлении сырной массы при температуре 85°C, добавления сливочного масла, разливания в форму и охлаждения.

С использованием планирования эксперимента определены оптимальные значения вводимого количества икры и молок салаки, коровьего молока. В обогащенном сыре, приготовленном по уточненной рецептуре, определены органолептические и физико-химические характеристики, отмечены приятный молочный запах и вкус готового продукта, отсутствие в аромате рыбных оттенков, пластичная консистенция.

Полученные результаты свидетельствуют об актуальности разрабатываемых технологий БАВ и пищевых продуктов из ВРС, остающегося недоиспользуемым на предприятиях Калининградской области.

Реологические показатели (текучесть и вязкость) плавленого сыра повышенной биологической ценности определяли на вискозиметре Брукфильда DV-II+, являющимся программируемым цифровым вискозиметром, с отображением значения вязкости (сПз) и текучести (сПз/с). Органолептическую оценку плавленого сыра, обогащенного икрой и молоками салаки, осуществляли по 5-балльной шкале с коэффициентами значимости показателей качества (суммарная оценка 20,0 баллов).

С учетом современных тенденций развития рыбной промышленности предложено совершенствовать технологию плавленого сыра с использованием гонад малоценных видов рыб. Сущность технологического решения заключается в смешивании икры и молок салаки, творога, сыра твердых сортов, жирностью 45%, коровьего молока жирностью 2,5 % и соли-плавителя «Фанакон». Полученную сырную массу подвергают плавлению при температуре 85⁰С, затем добавляют сливочное масло и коптильный препарат «Ольховый дым», разливают в формы и охлаждают.

Оптимальные параметры процесса приготовления плавленого сыра с добавлением гонад осуществлялось с использованием ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для двух факторов. Проведенные исследования показывают перспективность совершенствования технологии комбинированных плавленых сыров с использованием гонад салаки. Готовая продукция получила высокую оценку дегустаторов: вкус и запах - умеренно выраженный сырный, сливочный, с ароматом копчения без посторонних привкусов и оттенков, консистенция – однородная, икринки распределены равномерно по всей массе, нежная, пластичная, мажущаяся, цвет – от белого до желтого.

С учетом полученных научных результатов разработаны рекомендации по использованию ВРС на рыбоперерабатывающих предприятиях, согласно которым возможно получение прибыли от реализации продукции с добавленной стоимостью при комплексной переработке рыбы. При этом рационально направлять образующиеся отходы на производство разработанных пищевых продуктов повышенной биологической ценности. Внедрение разработок на биотехнологических и молокоперерабатывающих предприятиях позволит расширить ассортимент функциональной продукции, предназначенной для широких слоев населения.

Список литературы:

1. Перова, Л.И. Сравнительная технохимическая характеристика и пищевая ценность леща и судака Куршского и Вислинского (Калининградского) заливов // Материалы VIII-ой Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество», Светлогорск, сентябрь 2011: Издательство АтлантНИРО, Калининград, 2011.
2. Stockmann, H. Einsatz von Antioxidantien zur Stabilisierung von Fisch- und Sojaöl / H. Stockmann, A. Holthausen // Lohmann Information. 2005. №4. p. 1-4.
3. Биотехнология морепродуктов: учеб./ Л.С. Байдалинова, Н.Т. Сергеева, А.С. Лысова и др.; под ред. О.Я. Мезеновой; КГТУ. М: Мир, 2006. 560 с.

УДК 613.2.035

ТРЕБОВАНИЯ К ПИЩЕВЫМ РАЦИОНАМ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

Д.А. Бараненко, И.А. Корякина

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Росси

denis.baranenko@gmail.com

Обновление клеток и тканей организма человека происходит благодаря поступлению с пищей белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных солей. Пища - источник образования ферментов, гормонов и других регуляторов обмена веществ в организме. Для поддержания нормального течения энергетических, пластических и каталитических процессов организму требуется определенное количество разнообразных пищевых веществ. От характера питания зависит обмен веществ в организме, структура и функции клеток, тканей, органов.

Здоровье и питание тесно взаимосвязаны. Вещества, поступающие в организм с пищей, влияют на душевное состояние, эмоции и физическое здоровье человека. От качества питания во многом зависит физическая активность или пассивность, жизнерадостность или подавленность [1].

Неправильное питание значительно снижает защитные силы организма и работоспособность, нарушает процессы обмена веществ, ведет к преждевременному старению и может способствовать возникновению многих заболеваний, в том числе и инфекционного происхождения, так как ослабленный организм подвержен отрицательному воздействию.

Пищевой рацион – это рацион, достаточный в количественном отношении и полноценный в качественном, удовлетворяющий энергетические, пластические и другие потребности организма и обеспечивающий необходимый уровень обмена веществ. Рацион питания строится с учетом пола, возраста, характера трудовой деятельности, климатических условий, национальных и индивидуальных особенностей [2].

Цель работы – определение требований к пищевым рационам отдельных групп населения для последующей разработки соответствующих им обогащенных пищевых продуктов.

Принципами пищевых рационов являются:

- 1) соответствие энергетической ценности пищи, поступающей в организм человека, его затратам энергии;
- 2) поступление в организм определенного количества пищевых веществ в оптимальных соотношениях;
- 3) правильный режим питания;
- 4) разнообразие потребляемых пищевых продуктов;
- 5) умеренность в еде.

Питание пожилых людей. Правильно организованное питание является важным средством воздействия на процессы старения, поскольку в пожилом возрасте замедляются обменные процессы. Это способствует возникновению энергетического дисбаланса, сопровождающегося увеличением избыточной массы тела, снижением двигательной активности и замедлением нейрогуморальной регуляции гомеостаза, а так же нарушением липидного обмена, в частности холестерина. Избыточный вес предрасполагает к атеросклерозу, сахарному диабету и другим заболеваниям.

Людям пожилого возраста показано разумное ограничение энергетической ценности рациона, прежде всего за счёт углеводов – сахара и кондитерских изделий, а также жиров животного происхождения. Однако следует учитывать, что жиры являются источниками некоторых естественных антисклеротических факторов, а недостаток жира в рационе препятствует использованию жирорастворимых витаминов (ретинола, кальциферола, токоферола и филохонона). Антисклеротической активностью обладает лецитин, содержащийся в яичном желтке, печени; холин, источниками которого являются яйца, мясо, рыба, бобовые, капуста; инозит, содержащийся в апельсинах, зелёном горошке и дыне. Уровень холестерина в сыворотке крови снижает так же фолиевая

кислота, источником которой являются зелёные листовые овощи, цветная капуста, картофель, свёкла, куриное мясо, печень. В питании пожилых людей должны присутствовать витамины-антиоксиданты (витамин Е, витамин С), препятствующие перекисному окислению липидов и ожирению печени. Для нормализации микрофлоры кишечника в пожилом возрасте целесообразно использовать продукты, содержащие пробиотические культуры, а также включать в рацион пребиотики – пищевые волокна, в частности пектиновые вещества. Наиболее рациональным следует признать четырёхразовый приём пищи со следующим примерным распределением её в течение дня: первый завтрак – 25 %, второй завтрак – 15 %, обед – 35 % и ужин 25 % [3].

Питание работников умственного труда. Умственный труд связан с высоким нервно-эмоциональным напряжением в сочетании с выраженной гиподинамией. У работников умственного труда широко распространены избыточная масса тела и ожирение (31–36 %), заболевания органов кровообращения и пищеварения. Питание для таких людей при общей умеренности должно быть биологически полноценным и иметь антисклеротическую и липотропную направленность. Физиологически обоснованным является четырёхразовое питание. При высоком нервно-эмоциональном напряжении, нагрузке на аналитические функции мышления в связи с большим потоком информации, дефиците времени и значительной ответственности за принимаемые решения, потребность в витаминах группы В увеличивается на 25 – 30 %, в аскорбиновой кислоте – на 30 %. В связи с этим в рацион включают субпродукты, хлеб из муки грубого помола, фрукты, свежую зелень. Для обеспечения высокой работоспособности зрительного анализатора должно быть увеличено количество ретинола (печень, яйца, сливочное масло, морковь). Энергетическая ценность пищевого рациона должна соответствовать 2000 – 2400 ккал.

Питание студентов как представителей социальной группы существенно не отличается от такового для работников умственного труда в целом. Наиболее значимой проблемой является нарушение режима питания студентов. Так от 25 до 47 % студентов не завтракают, 17 – 30 % едят 2 раза в день, около 40 % не обедают или обедают нерегулярно и около 22 % не ужинают. Подавляющее число студентов редко едят горячее и поздно ужинают [4].

Питание спортсменов. Потребность в энергии в дни соревнований и напряжённых тренировок составляет у мужчин 4500 – 5000 ккал, у женщин – 3500 – 4000 ккал. Интенсивная мышечная работа сопровождается повышенной потребностью в белке. Так же у спортсменов повышена потребность в углеводах. Таким образом, оптимальное соотношение белков, жиров и углеводов в рационе спортсменов 1 : 0,7 : 4. Завтрак содержит 30–35 %, обед – 35–40 %, полдник – 5–10 % и ужин – 25–30 % энергетической ценности рациона. В дни соревнований есть нужно за 3,5 ч до старта и через 15–20 мин после тренировок. Потребность в витаминах, особенно водорастворимых, у спортсменов повышена. Из жирорастворимых витаминов особенно важен токоферол, стимулирующий мышечную деятельность и, в частности, работу сердечной мышцы. Кроме того, у них повышена потребность в минеральных веществах (фосфор, железо, магний, хлориды). Большие потребности в витаминах трудно удовлетворить естественными продуктами питания, поэтому спортсмены часто используют поливитаминные препараты и витаминизированные продукты.

Питание населения, подвергающегося радиационному воздействию. Питание детей и взрослых в таких условиях должно быть направлено на полное удовлетворение потребностей организма в пищевых веществах и энергии, профилактику возможных неблагоприятных биохимических нарушений (усиление перекисного окисления липидов, нарушение стабильности и проницаемости биологических мембран) и заболеваний, связанных с этими нарушениями. В рационе должна быть увеличена доля белков до 15 %, но ограничено поступление ПНЖК при общем содержании жира не более 30 % энергетической ценности. Содержание витаминов-антиоксидантов (А, Е, С), необходимо повысить на 20–50 % по сравнению с возрастными нормами. Необходимо повысить так же содержание кальция и калия, способствующих выведению радионуклидов стронция и цезия, соответственно. В рацион включают мясо, птицу, рыбу, субпродукты, молоко, творог и сыр (полноценный белок и легкоусвояемый кальций), овощи и фрукты, натуральные соки с мякотью (витамин С, каротин, калий, пектин, клетчатка). Для обеспечения потребности в йоде и пищевых волокнах в рацион следует вводить продукты моря (морская капуста, водоросли). Для наиболее полного обеспечения организма витаминами рекомендуется регулярный приём поливитаминных препаратов [5].

Основными приоритетами в области улучшения пищевых рационов на современном этапе являются:

- ликвидация дефицита полноценного белка;
- ликвидация дефицита микронутриентов;

- создание условий для оптимального физического и умственного развития детей;
- обеспечение безопасности отечественных и импортных пищевых продуктов;
- повышение уровня знаний населения в вопросах здорового питания.

Человек современного урбанизированного общества при традиционном питании подвергается существенному риску той или иной пищевой недостаточности. Кроме того, потребители должны иметь возможность составлять рационы питания в соответствии со своими особыми потребностями. На основе систематизированных данных о требованиях к пищевым рационам и покупательской корзине отдельных групп населения необходима разработка пищевых продуктов повышенной биологической ценности, которыми можно заменить традиционные продукты в повседневном питании.

Список литературы:

1. McGuire M., Beerman K.A. Nutritional Sciences, 3rd ed.: From Fundamentals to Food. Cengage Learning, 2011. 736 p. ISBN 9780840058201.
2. Калмыков П. Е., Логаткин М. Н. Современные представления о роли составных частей пищи. - Л.: Медицина, 1997. 99 с.
3. Справочник врача общей практики / Н.П. Бочков, В.А. Насонова и др. // Под ред. Н.Р. Палеева. - М.: ЭКСМО-Пресс, 2002. В 2 томах. Т.1. 928 с.
4. Гигиена: Учебник, 2-е изд., перераб. доп. / Под ред. акад. РАМН Г.И. Румянцев. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. 608 с.: ил. (Серия «XXI век»).
5. Справочник по диетологии / под ред. А. А. Покровского и М. А. Самсонова. М.: Медицина, 1998. 324 с

УДК664.8.037

ИНГРЕДИЕНТЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Д.А. Бараненко, Н.А. Хлыбов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

denis.baranenko@gmail.com

Проблема сохранения качества и увеличения сроков годности пищевой продукции при холодильном хранении является актуальной и имеет важное народнохозяйственное значение. Одним из дополнительных к искусственному холоду факторов сохранения качества и безопасности пищевой продукции на длительный срок является применение консервантов.

В производстве широко применяются консерванты искусственного происхождения, которые подавляют жизнедеятельность микроорганизмов, но кроме того, могут вызывать аллергические реакции и увеличивать риск онкологических заболеваний при частом употреблении в пищу. Таким образом, приобретает большое значение изучение натуральных пищевых консервантов, которые не только не наносят вред организму человека, но сами могут обладать биологической ценностью, тем самым увеличивая и пищевую ценность пищевых продуктов.

Цель работы – определение сырьевых источников веществ растительного происхождения для пролонгированного хранения пищевой продукции.

Подавляющее большинство пищевых продуктов отличается высоким содержанием влаги, что обеспечивает микрофлоре порчи легкий доступ к питательному субстрату, представленному в виде белков и липидов. В этой связи барьерный фактор хранения при пониженной температуре имеет первостепенное значение для увеличения сроков годности этой продукции. Однако применение дополнительных к холоду факторов дает возможность пролонгировать хранение в охлажденном состоянии в несколько раз.

Фитонциды являются комплексами вторичных метаболитов растений и имеют бактерицидные, антифунгальные и протистоцидные свойства. Химический состав фитонцидов, как правило, это комплекс соединений – терпеноидов, гликозидов, дубильных веществ и др. Фитонциды являются безопасным природным заменителем химических консервантов [1].

Фитонциды и фитоалексины являются антибиотическими средствами, которые могут быть выделены из большого числа растений. Тропические

растения, в частности, обладают многими антибактериальными соединениями, такими как софорафлаванон G (*Sophora*), α -мангостин. Другие соединения из растений, таких как чеснок (*Allium sativum*) и лук (*Allium cepa*), горчица (*Sinapis alba*), хрен (*Armoracia rusticana*), редис (*Raphanus sativus*), имбирь (*Zingiberaceae*) и лишайники (такие как *Centraria islandica* и *Usnea barbata*) тоже подавляют жизнедеятельность многих видов микроорганизмов. Антибактериальная активность софорафлаванона G и α -мангостина наблюдается, в том числе, против метициллин-резистентных стафилококков (MRSA) и против ванкомицин-резистентных энтерококков (VRE). Аллицин в чесноке и дегидроаллинин в луке подавляют такие виды патогенных микроорганизмов, как метициллин-резистентные стафилококки, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* и *Bacillus subtilis* [2].

Фитоалексины представляют из себя низкомолекулярные вещества (молекулярной массой 100-500 Да), которые являются естественными антимикробными соединениями, которые в свою очередь производятся растениями в качестве защиты от вредных насекомых и патогенных микроорганизмов. Синтез фитоалексинов может быть вызван и небиологическим стрессом, таким как ультрафиолетовое облучение или обработка тяжелыми металлами.

В состав фитонцидов могут входить легколетучие терпеновые соединения, которые действуют на вегетативную нервную систему, что способствует стабильности и концентрации умственной деятельности человека. На данный момент сообщений о токсичности фитоалексинов и фитонцидов для организма человека не обнаружено [3].

Фитонциды чеснока в желудочно-кишечном тракте губительно влияют на бактерию *Helicobacter pylori*, которая в свою очередь является причиной таких заболеваний как хронический гастрит и гастрит двенадцатиперстной кишки. Кроме того, чеснок активизирует внутрижелудочные функции защиты и улучшает антимикробную активность желудочного сока.

Различные специи, лук, чеснок, кора дуба и сосны и многие другие растения являются источниками фитонцидов. Подтверждено наличие фитонцида чеснока – аллицина в зеленых стеблях чеснока, в его листьях и луковичах. В самых больших концентрациях из перечисленного аллицин находится в экстрактах зеленых стеблей чеснока, примерно 0.48 ± 0.01 мг/мл; в экстрактах из побегов чеснока 0.44 ± 0.01 мг/мл; в экстракте из листьев чеснока 0.26 ± 0.01 мг/мл. Так же антиоксидантным и антимикробным действием обладают фитонциды имбиря – гингеролы и шогаолы. Имбирь так же обладает широким спектром биологических и даже фармакологических свойств, такими как противовоспалительное, цитотоксичное, противоопухолевое и антиоксидантное свойства [4].

Природные биополимеры вызывают большой интерес в связи с широким спектром их биологического действия и возможностью практического применения в различных областях. Среди полисахаридов растений одно из первых мест по значимости занимают пектиновые вещества. Они обладают способностью выводить из организма соли тяжелых металлов и радионуклиды (антидотный эффект), так же используются и для лечения язвенной болезни желудка, т. к. выстилают стенки желудочно-кишечного тракта, препятствуя всасыванию в лимфу и кровь токсинов. Они понижают уровень холестерина и триглицеридов в крови. Лабораторные эксперименты и клинические исследования показали, что пектин обладает способностью оказывать бактерицидное действие, а в комплекс с йодом и антигрибковое.

Пектины – растительные полисахариды сложного строения. Пектины, обладающие высокими гелеобразующими свойствами, обусловленными гидрофильностью галактуроновых кислот, обволакивают бактерии, нарушая тем самым процесс их адгезии к тканям. Таким образом, пектин регулирует барьерный фактор осмотического давления и нарушает процесс микробной колонизации. Механизм антимикробного действия пектинов также объясняется способностью понижать pH до 2, вызывая кислотное повреждение структур и белков бактериальной клетки. Дополнительно к этому могут протекать и другие реакции, например, омыление этерифицированных карбоксильных групп с образованием соли (натриевой, калиевой, кальциевой и др.) и микроколичеств метилового спирта, безвредных для макроорганизма, но губительных для микроорганизмов [5].

Известно, что специи и травы, цельные или молотые, эфирные масла, природные фенольные соединения растений и коптильный дым обладают антимикробными и антиоксидантными свойствами и могут использоваться для увеличения срока годности и повышения безопасности скоропортящихся продуктов, в том числе мясного сырья. Применение эфирных масел и других экстрактов пряностей и трав в качестве натуральных консервантов имеет свои ограничения прежде всего из-за возможного изменения вкуса, поскольку эффективные противомикробные дозировки могут превышать порог органолептического восприятия. Кроме того, липофильная природа многих подобных антимикробных веществ затрудняет их практическое использование из-за низкой растворимости и диффузионных свойств, а также из-за взаимодействия с липидами пищевых продуктов, что снижает эффективность антимикробного воздействия.

К природным антиоксидантам пищевого назначения следует отнести природные растительные полимеры лигнины, проявляющие ярко выраженные антиокислительные свойства. Лигнины, наряду с целлюлозой и гемицеллюлозами, являются неотъемлемыми составными компонентами растительных пищевых волокон, однако физиологическая роль лигнинов в организме человека изучена к настоящему времени недостаточно. Содержание лигнина в пищевых волокнах некоторых продуктов переработки зерновых составляет (%): темная мука – 10, отруби обработанные – 9, овсяная крупа – 6; в овощах: капуста зимняя – 13, капуста белая – 11; в съедобной части фруктов и ягод: бананы – 15, грейпфруты – 13, апельсины – 15, груша – 19, слива – 19, клубника – 38.

Антиоксидантные свойства лигнина объясняются тем, что по своей химической структуре лигнины, как и многие другие природные антиоксиданты, относятся к классу полифенольных соединений, причем характерной особенностью их макромолекул является наличие фенольных групп нескольких типов с различной величиной рК, а также стабильных нетоксичных феноксильных радикалов. Это позволяет предполагать, что лигнины обладают антиоксидантными свойствами и являться эффективными геропротекторами [6].

Ингредиенты растительного происхождения в составе антимикробных веществ и пищевых добавок могут заменить искусственные консерванты и антиоксиданты в технологиях производства

продуктов питания повышенной пищевой ценности пролонгированного хранения. Использование добавок из растительного сырья отечественного производства и снижение потерь продукции при хранении способно повысить экономические и экологические показатели пищевых предприятий.

Список литературы:

1. Medicinal Plant Biotechnology. Edited by Mark S. Meskin. CRC Press, 2002. 224 p. ISBN9781420031690.
2. J. C. Harris, S. L. Cottrell, S. Plummer, D. Lloyd. Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic) // *Appl, Microbiol. Biotechnol.* 57, 2001. pp. 282 – 286.
3. R. Duka, D. Ardelean. Phytoncides and phytoalexins – vegetal antibiotics // *Journal Medical Aradean*. Vol. XIII, issue 3, 2010. pp. 19-25
4. E. A. O'Gara, D. J. Hill, D. J. Maslin. Activities of Garlic Oil, Garlic Powder and Their Diallyl Constituents against *Helicobacter pylori* // *Applied and environmental microbiology*. Vol. 66, No. 5, 2000. pp. 2269 – 2273.
5. Зевахина Ю.А., Офицеров Е.Н. Пектиновые вещества *galega orientalis* // *Материалы II Всероссийской конференции «Химия и технология растительных веществ»*. Казань, 2002. С. 89.
6. Кочева Л.С., Карманов А.П., Борисенков М.Ф. Антиоксиданты на основе лигнина // *Физикохимия лигнина: Мат. междунар. конф.* Архангельск, 2005. С. 56 – 60.

УДК 664.8.037.1

АНАЛИЗ СОСТАВА БИОФЛАВОНОИДОВ ДИКОРАСТУЩИХ ПРЯНЫХ ТРАВ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

А.А. Белова, Ю.Г. Базарнова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Alena_A_Belova@mail.ru

В настоящее время особый научно-практический интерес представляет разработка аналитических методов идентификации и количественного определения, биологически активных веществ растительного сырья. Дикорастущие плоды и травы являются альтернативным источником ценных компонентов пищи, в том числе биофлавоноидов, обладающих широким спектром физиологического действия на организм человека [5].

До настоящего времени для идентификации и количественного определения биофлавоноидов в растительном сырье использовали, в основном, спекрофотометрию и абсорбционную спектроскопию.

За последнее десятилетие приобрели популярность комбинированные методы исследования сложных смесей, заключающиеся в хроматографическом разделении, идентификации и количественном анализе компонентов. Комбинированные методы анализа обладают высокой эффективностью и селективностью.

Целью настоящей работы являлась идентификация и количественный анализ биофлавоноидов дикорастущих пряных трав методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

При исследовании биофлавоноидов важным этапом является их извлечение из растительного сырья при сохранении нативных форм и природных соотношений.

Флавоноиды различной структуры встречаются практически во всех растениях. Флавоноиды содержатся в плодах, соцветиях и листьях различных растений, а в стеблях и корнях их гораздо меньше. Высоким содержанием флавоноидов отличаются травы зверобоя, василька, бессмертника, пижмы, горца и сушеницы.

Функциональные возможности флавоноидов существенно расширяются за счет образования гликозидов, метиловых эфиров и других производных. В растительном сырье флавоноиды содержатся, чаще всего, в виде гликозидов, которые растворены в клеточном соке, сосредоточены в вакуолях, фторо- и хлоропластах [1,2].

Известно, что для извлечения флавоноидных гликозидов из растительного сырья с помощью экстракции используют водно-спиртовые смеси, содержащие от 50 до 70 % этилового спирта [1].

Спирт в составе экстрагентов выполняет важную роль, заключающуюся в ингибировании ферментных систем растений и стабилизации нативных форм биофлавоноидов.

В качестве объектов исследования в работе использовали высушенные по общепринятой технологии надземные части растений семейств *Hypericaceae* (зверобой) *Lamiaceae* (душица и чабрец) и *Asteraceae* (тысячелистник и календула).

Экстракцию флавоноидных соединений из сухого измельченного сырья проводили методом двухступенчатой мацерации водно-этанольными смесями. Концентрация спирта в экстрагирующей смеси составляло 50 %, соотношение растительного сырья и экстрагирующей смеси – 1:7 по объему [4].

После термостатирования в течение 30 мин при температуре $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ смесь выдерживали 7 сут при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Далее отделяли растительный шрот, отжимали и использовали его для повторной экстракции. Отжим объединяли с общим объемом экстракта. Повторную экстракцию проводили при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 7 сут.

Идентификацию биофлавоноидов в полученных экстрактах осуществляли с использованием жидкостного хроматографа *Agilent 1100*.

В качестве элюентов использовали бинарные системы растворителей: подвижная фаза компонент А – 0,1% раствор трифторуксусной кислоты (ТФУ) в воде; компонент В – 0,1% ТФУ в ацетонитриле.

Хроматографическое разделение проводили на хроматографической колонке *Eclipse Plus C18* длиной 250 мм и внутренним диаметром 5 мм, в градиентном режиме при следующих условиях:

Скорость подачи подвижной фазы:	1,0 мл/мин
Объем вводимой пробы	100 мкл
Давление на входе колонки	80 атм
Температура термостата колонки	40°C
Продолжительность хроматографирования	45 мин.

В табл.1 приведены параметры хроматографирования [6].

Таблица 1

Параметры хроматографирования

Время, мин	А,%	В,%
0-25,5	90	10
25,5-27	76	24
27-45	72	28
45-48	45	55

При идентификации флавоноидных веществ использовали стандартные образцы рутина, гесперидина, кверцетина, апегинина, хлорогеновой и феруловой кислоты.

В табл.2 приведено время удерживания на хроматографической колонке фенольных соединений, выбранных в качестве стандартов.

Таблица 2

Время удерживания стандартных образцов фенольных соединений

Наименование	Время удерживания, мин
Хлорогеновая кислота	8,5
Рутин	17,8
Феруловая кислота	19,4
Гесперидин	23,0
Кверцетин	32,0
Апигенин	35,0

На рис. 1 и 2 приведены хроматографические профили водно-спиртовых извлечений зверобоя и тысячелистника. В исследуемых дикорастущих травах идентифицированы галловая и феруловая кислоты, рутин, гесперидин, кверцетин и апигенин. В тысячелистнике найдена хлорогеновая кислота.

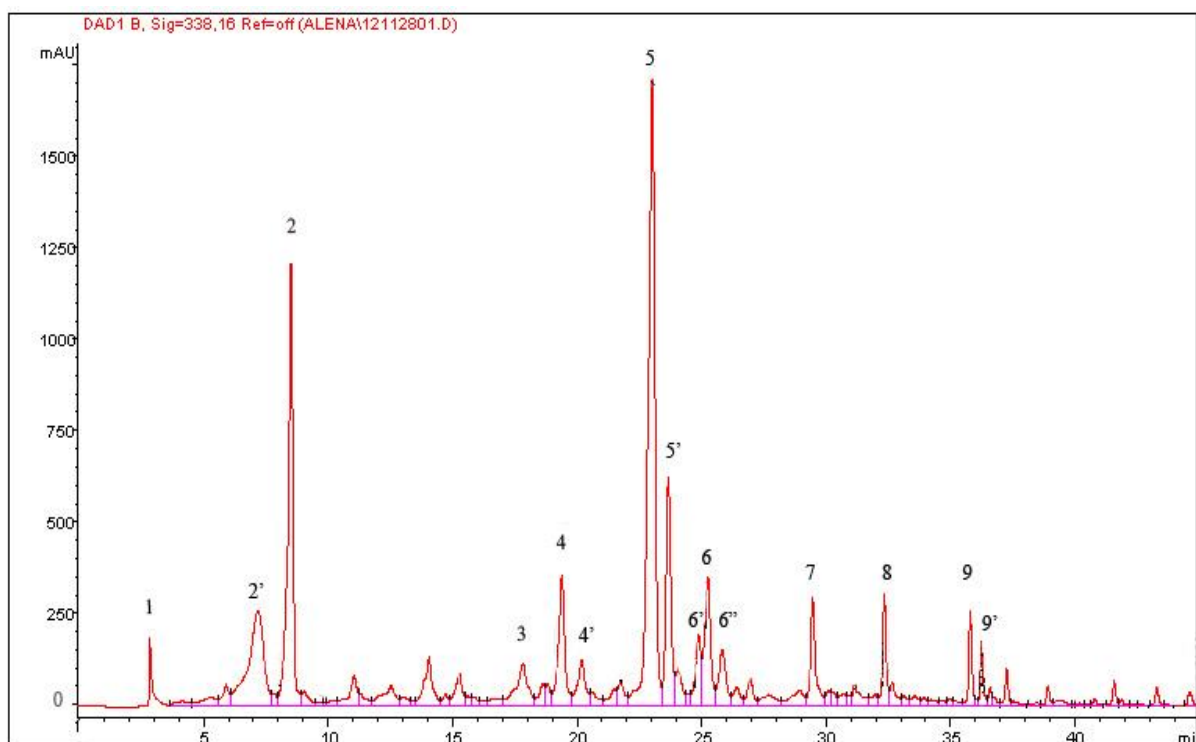


Рис. 1. Хроматографический профиль тысячелистника, полученный методом ВЭЖХ в градиентном режиме. Идентифицированы: 1 - галловая кислота; 2 – хлорогеновая кислота; 3 – рутин; 4 – феруловая кислота; 5 – гесперидин; 8 – кверцетин; 9 - апигенин. Предположительно: 2' – производная хлорогеновой кислоты; 4' – производная рутина; 5' - производная гесперидина; 6 – виценин; 6' и 6'' производные виценина; 7 – лютеолин; 9' - производная апигенина

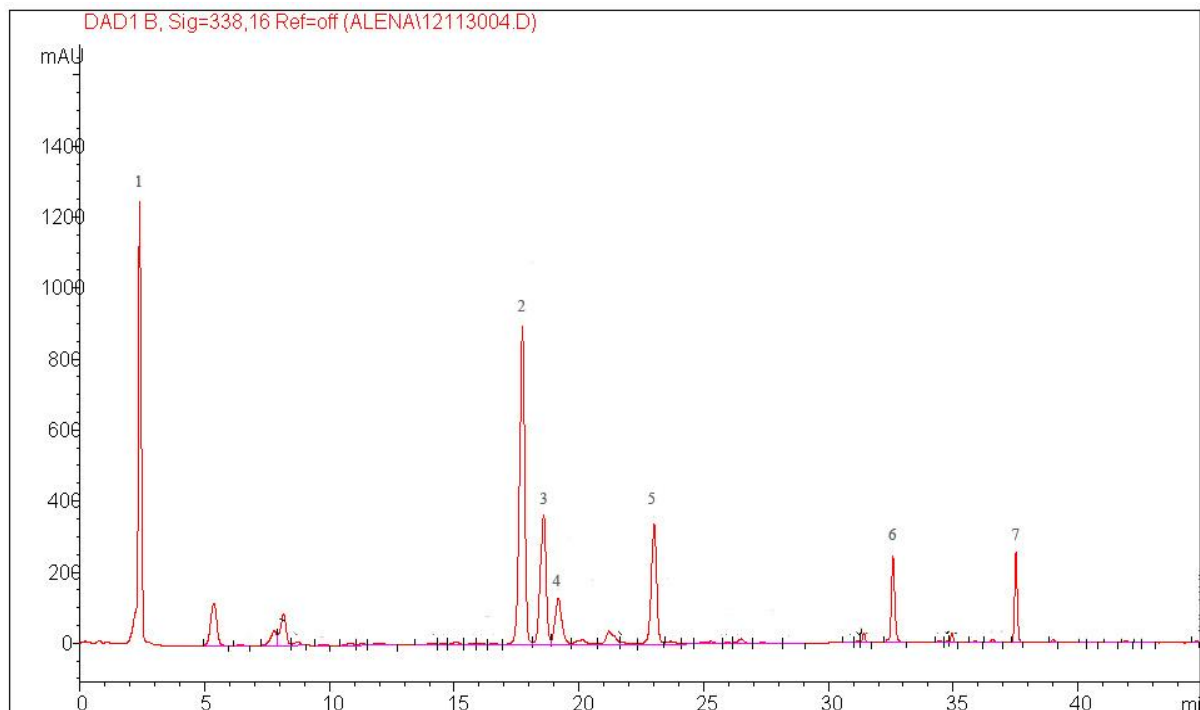


Рис. 2. Хроматографический профиль зверобоя, полученный методом ВЭЖХ в градиентном режиме. Идентифицированы: 1 - галловая кислота; 2 – рутин; 3 - феруловая кислота; 5 – гесперидин; 6 – кверцетин; 7 – апигенин. Предположительно: 4 – производная феруловой кислоты

Для количественного анализа флавоноидных веществ в исследуемых травах использовали метод калибровочного графика.

Результаты исследований приведены в табл.3.

Таблица 3

Содержание биофлавоноидов в дикорастущих травах

Биофлавоноиды	Содержание, мг/г			
	Чабрец	Зверобой	Тысячелистник	Календула
Хлорогеновая кислота	0,72	-	3,12	0,16
Рутин	3,00	13,80	1,32	0,56
Феруловая кислота	0,76	1,44	0,76	0,16
Гесперидин	6,60	11,88	32,72	2,44
Кверцетин	-	1,2	0,52	1,36
Апигенин	0,44	1,44	0,44	-

Установлено, что содержание рутина в зверобое и чабреце в 6-10 раз выше, чем в других исследуемых травах. Содержание феруловой и хлорогеновой кислот в исследуемых травах варьирует от 0,16 до 3,12. Высоким содержанием гесперидина (32,72 мг/г) отличается тысячелистник.

Таким образом, 1 г травы зверобоя содержит около 45% от рекомендуемой суточной нормы потребления (РНП) рутина, а в 1 г трав тысячелистника и зверобоя содержится до 30% от РНП гидроксикоричных кислот. Содержание гесперидина в 1 г травы тысячелистника составляет около 30 % от РНП в сутки [3].

Высокое содержание разнообразных флавоноидных соединений, относящихся к минорным компонентам пищи, в дикорастущих пряных травах открывает перспективы их использования для создания функциональных пищевых продуктов. Внесение дикорастущих трав в состав функциональных вкусо-ароматических смесей или непосредственно в рецептуры пищевых продуктов, в виде сухих добавок или в виде жидких экстрактов позволит улучшить качество питания населения, проживающего в экологически неблагоприятных условиях.

Список литературы:

1. Биохимия фенольных соединений / под ред. Дж. Харборна, пер. с англ. под ред. Эмануэля Н.М. М.: Мир, 1968. 451 с.
2. Запрометов М. Н. Фенольные соединения. - М.: Пищевая промышленность, 1993. 272 с.
3. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. М.: 2008. 50 с.
4. Минина С.А. Химия и технология фитопрепаратов [Текст] / С.А. Минина, И.Е. Каухова. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. 560 с.
5. Мазнев Н.И. Энциклопедия лекарственных растений – 3-е изд., испр. и доп. М.: Мартин, 2004. 496 с.
6. Raimondas Benetis. Development of an RP HPLC Method for the Analysis of Phenolic Compounds in *Achillea millefolium* L. / Jolita Radus̄iene, Valdas Jaks̄tas, Valdimaras Janulis, Faustas Malinauskas // Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies, 2008, № 31. P. 596 – 610.

УДК 637.146

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

С.Ю. Белякова, Л.В. Красникова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Belyakova.SY@gmail.com

К продуктам функционального питания относятся продукты с заданными свойствами в зависимости от цели их применения.

Концепция здорового (функционального) питания впервые возникла в Японии в 80-х годах XX века. Исследователи определили три основные составляющие функциональных продуктов: пищевая (энергетическая) ценность; приятный вкус; положительное физиологическое воздействие. Функциональный продукт, помимо влияния традиционных питательных веществ, которые он содержит, должен: оказывать благотворное влияние на здоровье человека; регулировать определенные процессы в организме; предотвращать развитие определенных заболеваний. [1]. К основным медико-биологическим требованиям относятся: органолептические, общегигиенические, технологические требования; безвредность.

Отношение продукта к разряду функциональных определяется содержанием в его составе одного или нескольких компонентов из 12 общепринятых классов: пищевые волокна; олигосахариды; сахара; аминокислоты, пептиды и белки; глюкозиды; спирты; изопрены и витамины; холин; молочнокислые бактерии; ненасыщенные жирные кислоты; минеральные вещества; прочие (например, антиоксиданты).

Существует два основных принципа превращения пищевого продукта в функциональный. Первый – обогащение продукта нутриентами в процессе его производства. И второй – его прижизненная модификация. Наиболее распространенным из них является первый принцип. [2].

Целью настоящей работы явилось создание технологии функциональных кисломолочных продуктов, в котором в качестве пробиотических культур нами были выбраны штаммы ацидофильной палочки и термофильного стрептококка, а в качестве наполнителей растительного происхождения – нутовая и чечевичная мука.

Нутовую муку получают из бенгальской разновидности азиатского гороха нут (чана). Этот продукт характеризуют маслянистая структура, ореховый вкус и приятное послевкусие.

В нуте содержится около 20-30% белка, 50-60% углеводов, до 7% жиров и порядка 12% других веществ — незаменимая аминокислота лизин, витамины: β-каротин, В₁, В₆, фолиевая кислота, а также минеральные вещества: натрий (72 мг), калий (1084 мг), кальций (193 мг), магний (126мг), фосфор (444 мг) и железо (2,6 мг) [3]. Кроме того, нут – замечательный источник марганца и селена. Все витамины, минералы и полезные вещества состоят в уникальной пропорции. В нуте большое количество растворимых и нерастворимых пищевых волокон. Причем, растворимые формируют гелеобразное вещество в пищеварительном тракте, которое связывает желчь и выводит ее из организма вместе с холестерином. Еще одним плюсом пользы нута является его низкокалорийность, он незаменим при диетах [4]. Мука из нута – отличное средство от злокачественных опухолей. Исключительно полезен нут диабетикам и тем, кто был подвержен радиации. Полезные свойства нута незаменимы при аритмии, анемии, воспалении десен и болезнях зубов. Он растворяет камни в желчном пузыре и чистит сосуды, нормализует давление.

Чечевица считается одним из самых полезных растений среди бобовых. Это один из лучших источников белков, содержащий 8 незаменимых аминокислот. В бобах и муке практически нет жиров, массовая доля белков составляет более 30%. Чечевичная мука богата витаминами, макро- и микроэлементами: в семенах чечевицы содержится от 24 до 35 % белка, углеводов - от 48 до 53 %, жира - от 0,6 до 2 %, минеральных веществ от 2,3 до 4,4 %. Она также является хорошим источником витаминов: В₁, В₂, РР и β-каротина. В прорастающих семенах чечевицы содержится витамин С. Среди основных элементов этого растения можно выделить железо, по содержанию которого

чечевице нет равных (15,9 мг). Среди макроэлементов в чечевице также присутствуют: натрий (101 мг), калий (672 мг), кальций (83 мг), и фосфор (294 мг). Энергетическая ценность 100 г семян составляет 310 ккал [3]. Учитывая это, чечевица может полностью заменить собой все крупы и хлеб и большей частью даже мясо. В первую очередь чечевицу рекомендуют принимать тем, кто страдает от мочекаменной болезни, а также больным диабетом. Чечевица способна понижать уровень сахара в крови. Также она благотворно влияет на сердечнососудистую систему; способна лечить нервные расстройства; является отличным кроветворным продуктом; применяется как вспомогательное средство при лечении язв желудка. [5].

Технология функционального продукта с растительными наполнителями включает в себя: подготовку молока и муки, ферментацию смеси пробиотическими культурами и внесение вкусовых наполнителей.

Для ферментации молока была подобрана ассоциация МКБ следующего состава: *L. acidophilus* и *S. thermophilus* в соотношении 1:1. Муку прогревали при температуре 120°C в течение 1 часа с целью снижения количества посторонних микроорганизмов. Молоко пастеризовали при температуре 85±2 °С с выдержкой 10 мин, охлаждали до температуры 37 °С, вносили 5 % стартовых культур и муку в количестве 0,8, 1,6, 2,4 и 3,2 %. Длительность сквашивания молока составляла 4-5 часов при указанной температуре. После сквашивания образцы оценивали органолептически (таблица 1)

Таблица 1

Органолептическая оценка образцов кисломолочного продукта с различным содержанием нутовой и чечевичной муки

Доза муки, вносимой в напиток, %	Органолептическая характеристика напитка		
	Вкус	Цвет	Консистенция
НУТОВАЯ МУКА			
Контроль	Чистый, кисломолочный	Белый, равномерный по всему объему	Вязкая
0,8	Кисломолочный вкус с незначительным привкусом муки	Белый, равномерный по всему объему	Вязкая
1,6	Кисломолочный, легкий привкус муки	Светло-желтый, равномерный по всему объему	Вязкая
2,4	Кисломолочный, нежный, с приятным привкусом муки	Желтый, равномерный по всему объему	Вязкая, мучнистая
3,2	Излишняя мучнистость	Интенсивно желтый цвет	Вязкая Мука осела на дне плотным слоем, что затрудняет перемешивание
ЧЕЧЕВИЧНАЯ МУКА			
Контроль	Чистый, кисломолочный	Белый, равномерный по всему объему	Вязкая
0,8	Кисломолочный с незначительным привкусом муки	Светло-желтый, равномерный по всему объему	Вязкая
1,6	Кисломолочный, приятный вкус. Мука придает нежный вкус	Светло-желтый, равномерный по всему объему	Вязкая
2,4	Кисломолочный с приятным привкусом муки	Желтый, равномерный по всему объему	Вязкая, мучнистая консистенция
3,2	Кисломолочный с излишне сильным привкусом муки	Интенсивно желтый цвет	Вязкая, густая, с осадком муки на дне

Наилучшие органолептические показатели были отмечены у образцов с содержанием нутовой и чечевичной муки 2,4%. Поэтому дальнейшие исследования проводились с указанными образцами. На рисунке приведены кривые нарастания кислотности молока в контрольном образце и в образцах содержащих нутовую и чечевичную муку.

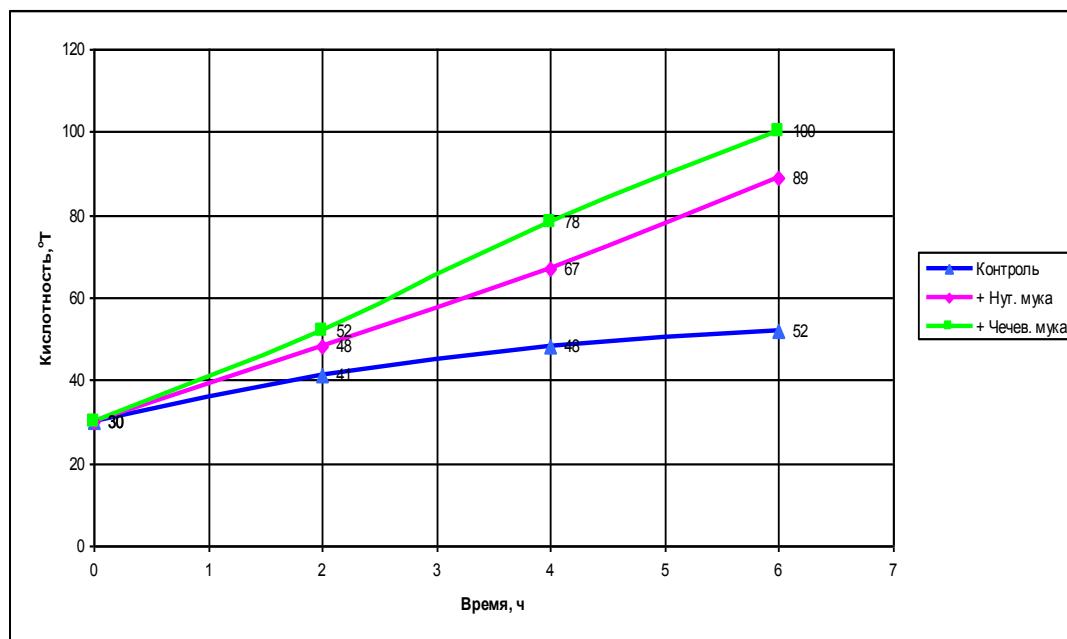


Рис. 1. Зависимость нарастания кислотности от продолжительности сквашивания в разных образцах

Из рисунка следует, что добавление муки повышает кислотообразующую активность молочнокислых бактерий и приводит к увеличению их количества в готовом продукте, и соответственно к сокращению времени свертывания молока (таблица 2)

Таблица 2

Число клеток в продукте и продолжительность сквашивания молока

Исследуемый образец	Число клеток в продукте, $\cdot 10^8$, КОЕ/см ³	Продолжительность свертывания молока, ч
Контроль	89	6
+ Нутовая мука	178	5,5
+ Чечевичная мука	148	4,5

В качестве вкусового наполнителя было использовано ягодное пюре - клюква, протертая с сахаром. Пюре вносили в образцы в количестве 10, 20, 25 и 30% и, после интенсивного перемешивания, проводили органолептическую оценку образцов. Отмечено, что при внесении пюре в количестве 10 %, продукт не имел выраженного цвета, запаха и вкуса наполнителя. С другой стороны, при внесении пюре в количестве 25-30%, образцы приобретали излишне сладкий, приторный вкус. Поэтому наиболее удачным по органолептическим показателям оказалось решение вносить пюре в продукт в количестве 20%

Таким образом, готовый кисломолочный продукт можно отнести к функциональным продуктам, поскольку он содержит пробиотические культуры *L. acidophilus* и *S. thermophilus*, наполнители растительного происхождения – чечевичную или нутовую муку, – источники ценные пищевых компонентов, и ягодное пюре, которое не только улучшает вкусовые характеристики, но и повышает его биологическую ценность.

Список литературы:

1. Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т III: Пробиотики и функциональное питание М.: Изд. «Грантъ», 2001. 288 с.
2. Тутельян В.А., Суханов Б.П., Австриевских А.Н, Позняковский В.М. Биологически активные добавки в питании человека (оценка качества и безопасности, эффективность, характеристика, применение в профилактической и клинической медицине). Томск: Изд-во НТЛ. 1999. 453 с.
3. Покровский А.А. Химический состав пищевых продуктов. М: «Бизнес-пресса», 2008. 120 с.
4. <http://panir.ru/enc/legumes/chickpea>
5. <http://www.abcslim.ru/articles/806/chechevica>

УДК 634.1:631.563:581.19

ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ В ДРЕВЕСНОЙ ТКАНИ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД НА ХОЛОДИЛЬНОЕ ХРАНЕНИЕ СОБРАННОГО УРОЖАЯ**А.Л. Бобко¹, С.В. Мурашев¹, В.Г. Вержук²**

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

s.murashev@mail.ru

В природных условиях, как правило, наблюдается медленное замораживание, при котором образование льда начинается в межклетниках растений, вызывающее обезвоживание протопласта и механическое повреждение клеток [1, 2, 3]. Обезвоживание протопласта происходит вследствие роста кристаллов льда, возникающих в апопласте, за счет воды поступающей по градиенту концентрации из протопласта. В результате обезвоживания растет концентрация электролитов в протопласте, приводящая к денатурации белков, нарушению функций мембран и клеточных органелл. Одновременно усиливается окисление сульфгидрильных групп в белках, изменяющее их функциональные свойства. Таким образом, обезвоживание клеток является причиной вызывающей изменения в структуре и свойствах жизненно важных соединений и внутриклеточных образований.

Потеря воды молекулами белков, происходящая при обезвоживании, стимулирует их сближение, агрегацию, потерю биохимических свойств и выпадение в осадок. Гидрофильные группы, в том числе и сульфгидрильные, удерживающие воду и препятствующие сближению молекул белков, усиливают морозоустойчивость клеток растений. Поэтому существует положительная связь между содержанием сульфгидрильных групп и морозоустойчивостью растений [4].

С другой стороны, внеклеточное образование льда, единственно возможное для выживания растений в условиях отрицательных температур, нуждается в нуклеаторах льда любой природы. Существует комплекс, выполняющий функции нуклеаторов льда, характеризующийся наличием дисульфидных связей и отсутствием сульфгидрильных групп [4].

Следовательно, окислительно-восстановительные процессы с определенной локализацией в растительной ткани имеют большое значение для выживания в условиях отрицательных температур. При этом происходящая в клетках при отрицательных температурах активизация окислительных процессов представляет серьезную угрозу выживанию растений.

Защиту растений от избыточного образования активных форм кислорода осуществляют антиоксиданты и ферментные системы. Наиболее эффективными водорастворимыми антиоксидантами являются аскорбиновая кислота и глутатион. Они способны перехватывать различные кислородсодержащие радикалы и синглетный кислород. Однако преимущественно антиоксидантное действие аскорбиновой кислоты и глутатиона реализуется в ферментном аскорбат-глутатионовом цикле.

Важной функцией витамина С и глутатиона является восстановление и обезвреживание окисленных форм других низкомолекулярных антиоксидантов. Так фенолы могут окисляться радикалами или ферментативно. Окисление фенольных соединений сопровождается образованием хинонов, которые далее восстанавливаются аскорбатом и глутатионом. Восстановление обеспечивает детоксикацию продуктов окисления фенолов [4].

Таким образом, открывается возможность раннего прогнозирования способности растительной продукции к холодильному хранению с минимальными потерями по активности компонентов антиоксидантной защиты в древесной ткани растений в зимне-весенний период, предшествующий вегетации. Цель данной работы состоит в исследовании возможности такого прогнозирования потерь плодово-ягодной продукции при хранении.

Потери массы плодов во время холодильного хранения, связанные с жизнедеятельностью, определяли весовым методом, а их хранение осуществляли при температуре в диапазоне +1...+3 °С. Содержание органических кислот и аскорбиновой кислоты в плодах и в древесной ткани побе-

гов растений определяли по методикам [5]. Все исследования проводили в 3-х кратной повторности.

Следовательно, окислительно-восстановительные процессы, с определенным местом локализации в растительной ткани, имеют большое значение для выживания растений в условиях отрицательных температур. При этом происходящая в клетках при отрицательных температурах активизация окислительных процессов несет серьезную опасность повреждения ткани растений. Поэтому антиоксидантная система, защищая многолетние растения, позволяет им с меньшими повреждениями преодолевать неблагоприятные условия зимне-весеннего периода. Уменьшение повреждений обеспечивает растениям рост продуктивности и формирование в следующем вегетационном периоде высококачественного урожая способного к хранению с минимальными потерями.

Таким образом, открывается возможность раннего прогнозирования способности растительной продукции к холодильному хранению с минимальными потерями по активности компонентов антиоксидантной защиты в древесной ткани растений в предшествующий вегетации зимне-весенний период.

Исследования проводились на следующих видах растений и получаемых с них плодах и ягодах: груши с. Чижовская, яблони с. Белый налив, рябина сс. Бурка и Бусинка и жимолость с. Голубое веретено.

Установлено, что при увеличении содержания витамина С в древесной ткани плодовых и ягодных растений, которое определялось в декабре, марте и мае, уменьшается естественная убыль массы урожая при холодильном хранении, полученного во время вегетационного периода следующим за зимним периодом покоя.

Аналогичный характер зависимости сохраняется и для самих плодов и ягод, чем больше содержание витамина С в растительной продукции на начальном этапе холодильного хранения, тем меньше величина естественной убыли массы при хранении.

Рост содержания органических кислот в древесной ткани плодово-ягодных растений, также как и витамин С определяемых в декабре, марте и мае, сопровождается уменьшением убыли массы урожая при холодильном хранении, полученного во время вегетационного периода следующего после зимнего покоя.

Для плодов и ягод, сформировавшихся после зимне-весеннего периода, сохраняется аналогичный характер зависимости, чем больше содержание в них органических кислот на начальном этапе холодильного хранения, тем меньше величина естественной убыли массы при хранении.

Синхронный характер изменения зависимостей убыли массы плодов и ягод при хранении от содержания витамина С и от органических кислот обусловлен стабилизирующим влиянием органических кислот на аскорбиновую кислоту.

Как показано все зависимости для убыли массы от содержания аскорбиновой кислоты и органических кислот, определенных как в ткани побегов растений, так и сформировавшихся на этих растениях плодах, носят односторонний характер. Следовательно, исходя из сопоставления содержания витамина С и органических кислот в древесных побегах плодовых растений, определенных зимой и весной, т.е. задолго до сбора урожая, можно делать прогнозы о способности плодовой продукции к холодильному хранению.

Выводы

Увеличение содержания витамина С и органических кислот в ткани растений является следствием особенностей метаболических процессов протекающих в клетках растений. Возрастание восстановительного потенциала растительной ткани обеспечивает возможность растениям переносить неблагоприятные условия зимне-весеннего периода с меньшими повреждениями. В свою очередь минимизация повреждений в зимне-весенний период создает условия для роста продуктивности растений и формирования урожая способного храниться с меньшими потерями при холодильном хранении. Одновременно возникает возможность раннего прогнозирования потерь массы растительной продукции при холодильном хранении.

Список литературы:

1. Туманов И.И. Физиология закаливания и зимостойкости растений. М.: Наука, 1979. 350 с.
2. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А.. Физиология растений. М.: Высш. шк., 2005. 736 с.
3. Трунова Т.И. Растение и низкотемпературный стресс. М.: Наука, 2007. 60 с.
4. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. М.: Дрофа, 2010. 638 с.
5. Ермаков А.И. др. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987.

УДК 664.8.037

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ В ТЕХНОЛОГИИ МАРИНОВАНИЯ

Т.Е. Бурова, М.Ю. Риман

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

burova-tatyana@list.ru

Мелкокусковые мякотные полуфабрикаты, вырабатываемые на предприятиях общественного питания и предназначенные для жаренья в натуральном виде, должны изготавливаться из наиболее нежных и мягких частей туши (вырезка, спинная и поясничная части), составляющих, например, около 14 % от массы туш крупного рогатого скота. Однако зачастую их вырабатывают из мяса старых животных, либо из менее ценных частей туши. Поэтому для устранения жесткости мелкокусковые мякотные полуфабрикаты подвергают чаще всего биохимической обработке.

Биохимическая обработка заключается в использовании ферментных препаратов и пищевых органических кислот.

В технологии производства продуктов питания направленное изменение реакции среды широко используется для улучшения качества блюд и кулинарных изделий. Одним из распространенных способов размягчения мяса перед термической обработкой является маринование с использованием растворов пищевых органических кислот. Их внесение создает более кислую среду со значениями pH, лежащими значительно ниже изоэлектрической точки белков продукта. Это приводит к увеличению скорости превращения коллагена в глютин, в результате чего сокращается продолжительность тепловой обработки. Кроме того, подкисление среды способствует получению более сочного готового продукта за счет некоторого повышения влагоудерживающей способности мышечных белков и меньшей деформации коллагеновых волокон.

Высокая концентрация водородных ионов, которую создает внесение пищевых органических кислот в мясное сырье при мариновании, является одним из факторов, не только вызывающим денатурацию белков, но и облегчающим атакуемость протеолитическими ферментами. Улучшение атакуемости объясняется тем, что в нативном белке пептидные связи и многие функциональные (реакционноспособные) связи экранированы внешней гидратной оболочкой и находятся внутри белковой глобулы, т.е. защищены от внешних воздействий. При денатурации указанные группы оказываются на поверхности белковой молекулы [1].

Применяемые пищевые органические кислоты оказывают различное влияние на качество конечного продукта. В зависимости от способности ускорять процесс тепловой обработки кислоты располагаются в следующем порядке: аскорбиновая, винная, щавелевая, лимонная, уксусная, молочная.

Помимо пищевых органических кислот в качестве маринадов можно использовать простоквашу, пахту или сыворотку (продолжительность маринования составляет 2...3 дня); вино или кислый фруктовый сок (яблочный, смородиновый, лимонный); пряные соусы с растительным маслом, уксусом, вином или соком.

Цель работы заключалась в установлении влияния молочной сыворотки на качество маринованного мяса. В качестве мясного сырья использована говядина.

Основой для изготовления жидких маринадов является вода, в которую для достижения необходимой величины pH добавляют пищевую кислоту. Чаще всего используют уксусную кислоту как наиболее доступную и дешевую. В работе рассматривается возможность использования молочной сыворотки в качестве жидкой основы маринада. Кроме того, для сравнения проводилось маринование говядины в растворах молочной и уксусной кислот. Поскольку процесс маринования довольно длительный, вместо растворов указанных кислот применяли буферные растворы – ацетатный и лактатный с pH 4,7.

В работе использовали сыворотку молочную пастеризованную, изготовленную по ТУ 9229-026-00441187-00 на ЗАО «Лактис» г. Великий Новгород. Пищевая ценность (г/100 г продукта): белков – 0,5; жиров – 0,05; углеводов – 4,6. Помимо информации, представленной на этикетке, в

молочной сыворотке определяли содержания сухих веществ (5,9 %), титруемую кислотность в пересчете на молочную кислоту (0,67 %), кислотность в градусах Тернера (63 °Т), рН (5,25) [2].

Использование молочной сыворотки в качестве жидкой основы для маринада обусловлено ее высокой ценностью как пищевого сырья, промышленная переработка которого необычайно перспективна и экономически целесообразна, хотя на выработку продуктов используется не более 26 % от имеющихся резервов. Основной составной частью сухих веществ молочной сыворотки является лактоза, массовая доля которой составляет более 70 % сухих веществ сыворотки. Сывороточные белки являются полноценными белками и содержат в своем составе больше незаменимых аминокислот, чем казеин. Особенностью молочного жира сыворотки является более высокая, чем в молоке, степень его дисперсности, что положительно влияет на его усвояемость. В молочную сыворотку переходят практически все макро-, микро- и ультрамикроразнообразные элементы молока, а также витамины молока и в первую очередь водорастворимые, а некоторые (например, холин) даже накапливаются. Таким образом, состав, пищевая и биологическая ценность молочной сыворотки дают основание считать ее универсальным сырьем для изготовления продуктов питания [3].

На первом этапе работы в модельном опыте оценивалось влияние буферных растворов и молочной кислоты на мясное сырье. Для этого говядину нарезают на кусочки массой 30...40 г и заливали лактатным буферным раствором (вариант 1), ацетатным (вариант 2) и молочной сывороткой (вариант 3). Сырье выдерживали в течение 24 ч при температуре (4±2) °С, после чего оценивали изменение его массы и влагоудерживающей способности (ВУС) [2].

Согласно полученным результатам наибольшее изменение массы полуфабриката (на 5,5 % по сравнению с исходной) наблюдалось при использовании лактатного буфера. Это подтверждает, что молочная кислота оказывает наибольшее влияние на размягчение мышечной ткани по сравнению с другими органическими кислотами. Применение ацетатного буфера привело к изменению массы полуфабриката на 5,2 %, что незначительно уступает предыдущему варианту. Молочная сыворотка вызвала наименьшее изменение массы полуфабриката – на 4,7 %.

Как известно, в кислой среде ускоряется процесс превращения коллагена в глютин, что приводит к увеличению ВУС мышечной ткани. Определение ВУС говядины дало следующие результаты: лактатный буфер – 85,3 %, ацетатный буфер – 84,9 %, молочная сыворотка – 82,7 %.

На втором этапе на основе буферных растворов и молочной сыворотки готовились маринады, проводилось маринование говядины и оценка готового продукта после термической обработки по органолептическим показателям и величине ужарки [2].

Технология приготовления маринада предусматривала доведение буферного раствора или молочной сыворотки до кипения, внесение соли, сахара, лаврового листа, необходимых специй, кипячение в течение 5 мин, охлаждение до комнатной температуры. Говядину нарезают на кусочки массой 30...40 г, помещали в тару и заливали охлажденным маринадом, количество которого составляло примерно 1/10 часть от массы сырья. Раствор должен только покрывать сырье, избыток маринада нежелателен. Тару с мясом помещали в бытовой холодильник на 24 ч для маринования. По окончании маринования мясное сырье извлекали из маринада, удаляли избыток жидкости фильтровальной бумагой и подвергали исследованию.

Лучшие органолептические характеристики отмечены в говядине, выдержанной в маринаде на основе молочной сыворотки: мясо было самое мягкое с выраженным ароматом жареного мяса. Далее следовал образец, выдержанный в маринаде на базе лактатного буфера, который имел более жесткую консистенцию. Самые низкие оценки в первую очередь за счет жесткой сухой консистенции, а также кисловатого привкуса и аромата уксуса получил образец, замаринованный в ацетатном буфере.

При оценке величины видимой и истинной ужарки образцы расположились в следующем порядке: молочная сыворотка (видимая ужарка 45,3 %, истинная – 46,1 %), лактатный буфер (46,1 и 46,8 % соответственно), ацетатный буфер (47,9 и 48,9 % соответственно). Эти результаты согласуются с органолептическими характеристиками продуктов и ВУС образцов до термической обработки.

Таким образом, маринование говядины в маринадах, изготовленных на различных жидких основах, показало, что молочная сыворотка оказывает более мягкое действие на мясное сырье и приводит к получению готового продукта хорошего качества.

Заключительный этап работы состоял в определении продолжительности выдержки говядины в молочной сыворотке. Для этого проводился модельный опыт по выдерживанию шейной и бедренной частей говядины в молочной сыворотке в течение 2, 3, 4, 5 и 6 ч. Качество полученного

продукта оценивали по изменению массы и величине ВУС. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние продолжительности выдержки на характеристики говядины

Продолжительность маринования, ч	Шейная часть		Бедренная часть	
	Изменение массы, г	ВУС, %	Изменение массы, г	ВУС, %
2	11,8	80,3	14,5	76,1
3	13,4	81,0	17,0	78,8
4	16,9	82,5	20,4	79,0
5	18,7	83,1	33,3	81,3
6	15,2	78,6	28,3	79,3

Полученные результаты позволяют рекомендовать продолжительность выдержки шейной и бедренной частей говядины, не превышающей 5 часов. Увеличение времени маринования приводит к снижению показателей, что, безусловно скажется на качестве готового продукта.

На основании результатов проведенных исследований можно рекомендовать использование молочной сыворотки в качестве жидкой основы при изготовлении маринадов.

Список литературы:

1. Фейнер Г. Мясные продукты. Научные основы, технологии, практические рекомендации / Г. Фейнер – Пер с англ. Н.В. Магды, науч. ред. проф. чл.-кор. Международной академии информатизации при ООН В.Г. Проселков, канд. техн. наук Г.И. Проселкова. СПб.: Профессия, 2010. 720с.
2. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. 376с.
3. Технология продуктов из вторичного молочного сырья: Учебное пособие. А.Г. Храмов [и др.]. СПб.: ГИОРД, 2009. 424 с.

УДК 637.344

К ВОПРОСУ О НАНОФИЛЬТРАЦИИ ПОДСЫРНОЙ СЫВОРОТКИ**Т.А. Волкова, Н.А. Белов**

ГНУ ВНИИ маслоделия и сыроделия Россельхозакадемии, г. Углич, Россия

kivms@rambler.ru

Среди первостепенных проблем, которые предполагается решить на основе внедрения мембранных процессов в реальный сектор экономики РФ, особо подчеркнута переработка молочной сыворотки. Мембранные технологии способны значительно повысить выход готовой продукции и, соответственно, снизить долю выбросов в окружающую среду. Эффективность производства, как известно, оценивают по экономическим показателям. Мембранные установки, несмотря на достаточно высокую стоимость, могут окупаться в короткие сроки (4-12 месяцев).

Основными принципами мембранных технологий являются:

- фракционирование отдельных компонентов и получение их определенного соотношения (возможность регулирования состава и свойств);
- безотходность технологии при сравнительно небольших энергозатратах;
- экологичность применяемых технологических операций и процессов;
- минимальное воздействие на сырье;
- создание на основе молочной сыворотки новых молочных продуктов с пониженной калорийностью и повышенной биологической ценностью.

Наночелювльтрация (НФ) – это процесс, позволяющий не только сконцентрировать молочное сырье, но и частично выделить из него минеральные вещества. На выходе, в зависимости от реализации НФ – процесса, получают сывороточные концентраты с массовой долей сухих веществ 18-22 % и уровнем деминерализации 20-40 %.

Применительно к России, особенно актуальным является использование наночелювльтрации при переработке молочной сыворотки в сгущенные и сухие концентраты. Учитывая относительно невысокое содержание сухих веществ в молочной сыворотке (в 2 раза меньше, чем в натуральном молоке) и связанную с этим высокую энергоемкость традиционных способов, направленных на удаление влаги (вакуум-выпаривание и сушка), актуальной задачей является поиск энергоэкономных способов концентрирования. Поэтому на российских предприятиях, где повсеместно используются вакуум-выпарные аппараты циркуляционного типа, а также сушильные установки, введенные в эксплуатацию более 20 лет назад, нет альтернативы освоению нового способа концентрирования молочной сыворотки, а именно наночелювльтрации. Дополнительным преимуществом НФ является возможность осуществления процесса при низких температурах, что очень важно для сохранения нативных свойств термолабильных фракций белков (альбуминов и глобулинов), а также возможность одновременной частичной деминерализации сыворотки (удельный вес зольных элементов в составе которой почти в 2 раза выше, чем в молоке). Указанные преимущества позволяют одновременно регулировать состав и свойства получаемого сывороточного концентрата.

Неоспоримым плюсом освоения метода НФ является возможность организации предконцентрирования молочной сыворотки на предприятиях малой и средней мощности, не располагающих достаточными техническими средствами для использования вакуум-выпарного оборудования. НФ дает возможность небольшим молочным заводам России получать дополнительную прибыль за счет предконцентрирования сыворотки на этих предприятиях и доставки концентрата на «головные» предприятия для централизованной переработки (например, сушки), что позволит не только наиболее полно использовать сырьевые ресурсы, но и сократить в 3-4 раза транспортные расходы.

Как любой новый процесс, внедряемый в технологическую схему промышленной переработки молочной сыворотки, наночелювльтрация требует адаптации к свойствам используемого сырья. Эффективность осуществления процесса НФ зависит, с одной стороны, от состава молочной сыворотки, а с другой стороны, от конструктивных особенностей НФ-установки и, в частности, используемых мембран.

В соответствии с реалиями настоящего времени во ВНИИМС совместно с ООО «Альтаир» г. Владимир проводятся комплексные исследования, направленные на установление закономерностей

стей процессов концентрирования и деминерализации подсырной сыворотки методом нанофильтрации с целью выявления критериальных показателей селективности и проницаемости мембран, определения оптимального уровня содержания сухих веществ и деминерализации ретентата.

Для выполнения исследований предоставлена пилотная установка для концентрирования молока и продуктов его переработки AL 371.0000.01 ИЭ ООО «Альтаир», оснащенная мембранным аппаратом на основе рулонных фильтрующих элементов РФ Э 45-300, изготовленных на основе НФ-мембран.

В таблице 1 приведены результаты исследований по нанофильтрации подсырной несоленой сыворотки, полученные при давлении насоса 19 бар и температуре процесса 50-55 °С

Таблица 1

Результаты исследований по нанофильтрации подсырной
несоленой сыворотки

Показатели	Исходная сыворотка	Ретентат (НФ-концентрат)	Пермеат (НФ-фильтрат)
Плотность, кг/м ³	1022±0001	1084±0010	1002±0002
рН, ед.	5,85±0,05	5,80±0,05	5,80±0,10
Массовая доля сухих веществ, %	6,17±0,13	22,25±1,00	1,08±0,02
Массовая доля лактозы, %	4,55±0,21	14,53±0,27	0,70±0,05
Удельная электропроводность, мСм/см	6,97±0,37	6,71±0,04	7,04±0,05
Фактор концентрирования	3,62±0,02		

Полученные сывороточные концентраты обладают хорошими потребительскими качествами, что обеспечивает возможность их использования в составе различных пищевых продуктов, в том числе молочных. Это позволит предприятиям получать значительную прибыль за счет вовлечения в состав пищевых продуктов менее затратных, но не менее качественных сывороточных концентратов, что очень актуально в условиях дефицита молока-сырья и повышения стоимости молока заготавливаемого.

Резюмируя вышеизложенное, следует оценить все преимущества процесса нанофильтрации молочной сыворотки:

- снижается массовая доля минеральных веществ в ретентатах, в результате чего «теряются» сывороточные тона во вкусе продуктов из сыворотки, которые являются нежелательными для массового потребителя;
- значительно сокращаются эксплуатационные затраты на проведение процессов сгущения и сушки, так как часть влаги удаляется на стадии фильтрации;
- облегчается последующий процесс сушки в связи с меньшим налипанием частично деминерализованного нанофильтрационного концентрата молочной сыворотки на стенках сушильной башни и пневмокоммуникаций;
- снижаются транспортные расходы при доставке предконцентрированной и частично деминерализованной молочной сыворотки на централизованные предприятия;
- исключается загрязнение окружающей среды компонентами молока, так как все его составные части используются практически в полном объеме.

УДК. 339.336+364.254+504.75

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МЯСНОГО ХЛЕБА С ДОБАВКОЙ ЭМУЛЬСИИ ИЗ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА**П.А. Гурбан, А.Л. Ишевский**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

ishev.53@mail.ru

Проблема обеспечения человека качественной и полезной едой обусловлена дефицитом белковых продуктов питания. Вместе с тем мясное сырье и изделия из него являются важнейшим продуктом питания, содержащим полный набор незаменимых аминокислот. Экономическая целесообразность производства колбасных изделий обусловлена высокой пищевой ценностью, возможностью потребления без дополнительной тепловой обработки, способностью к длительному хранению и транспортировке. Решение проблемы увеличения объемов производства белковых продуктов питания, зависит от эффективности использования ресурсов белоксодержащего сырья животного и растительного происхождения. Для максимального удовлетворения пластических и энергетических потребностей человека оптимально соотношение белков, жиров и углеводов, близкое к 1:2:4. Результаты исследований последних лет и их практическое подтверждение свидетельствуют, что количество белка может быть увеличено благодаря использованию нетрадиционного растительного сырья, белков и белковых продуктов микробиального происхождения. При создании комбинированных мясных продуктов необходимо обеспечить качественное соотношение между эссенциальными аминокислотами в соответствии с рекомендациями ФАО/ВОЗ. Уменьшение или увеличение количества аминокислот не может являться фактором улучшения биологической ценности. Из литературных данных известно о трансглутаминазах (ТГЛ), катализирующих ацильный перенос между γ — карбоксиамидной группой глутаминового остатка белка или пептида и разнообразными соединениями, содержащими одну или несколько первичных аминогрупп, приводящий к ковалентному сшиванию белков поперечными связями. Эти реакции могут быть применены для модификации пищевых белков, приводя к получению текстурированной продукции и улучшению биологической ценности белка, а также его физической функциональности. Кафедре технологии мясных, рыбных продуктов и консервированию холодом ИХиБТ, группой компаний "Научно-производственный Центр" была поставлена задача разработать функциональный продукт на основе мясного сырья и эмульсии пророщенного зерна. На основании проведенных исследований и полученных экспериментальных данных, представленных в таблицах 1-4, проведен выбор оптимальной концентрации трансглутаминазы вводимой при изготовлении мясного хлеба с добавкой эмульсии пророщенного зерна. При концентрации трансглутаминазы 1 % от массы сырья наблюдались более высокие показатели влагоудерживающей и влагосвязывающей способностей сырья после смешивания, что впоследствии сказывалось на хорошем выходе готовых изделий, на оптимальном вкусе, цвете, консистенции. Разработан функциональный продукт на основе мясного сырья и эмульсии пророщенного зерна. На основании проведенных исследований и полученных экспериментальных данных разработана технологическая схема. Предложена оптимальная рецептура, соответствующая требованиям функционального питания. Разработаны рецептуры на основе существующих традиционных, с целью получения конкурентоспособного продукта, с высокой пищевой и биологической ценностью.

Таблица 1

Физико-химические и технологические показатели используемого сырья

сырье	pH	ВУС, %	ВСС, %	Aw	АКС	Пищевая ценность, ккал	Усушка, %	ЖУС, %
говядина	5,8	133,4	77,78	0,85	144,4	231	1,4	28,7
свинина	6,0	105,1	62,0	0,92	154	355	1,1	19,6
зерно	4,5	71,0	82,0	0,63	64,4	198	2,4	22,4

Таблица 2

Физико-химические и технологические показатели полуфабриката и готового продукта

Наименование	pH	ВУС, %	ВСС, %	Aw	АКС	Пищевая ценность, ккал	Усушка, %	ЖУС, %
Фарш (свинина +говядина)	5,9	117,2	58,9	0,87	121,3	540	0,2	23,4
Фарш (свинина +говядина +зерно)	6,1	147,2	87,1	0,88	132,5	672	0,2	25,6
Мясной хлеб после термообработки	6,0	147,2	79,2	0,88	132,5	672	1,3	25,6

Таблица 3

Показатели по хранению мясного хлеба 0-6°C (без вакуума)

Наименование	pH	ВУС, %	ВСС, %	Aw	АКС	Пищевая ценность, ккал	Усушка, %	ЖУС, %
0 часов	6,0	147,2	79,2	0,88	132,5	672	0,2	25,6
6 часов	6,1	147,2	79,1	0,88	132,5	672	0,2	25,6
12 часов	6,0	147,0	79,1	0,88	132,5	672	0,2	25,6
18 часов	6,0	146,8	79,0	0,88	132,5	672	0,2	25,6
24 часа	6,0	146,7	79,0	0,88	132,5	672	0,23	25,6

Таблица 4

Показатели по хранению мясного хлеба 0-6°C (в вакуумной упаковке)

Наименование	pH	ВУС, %	ВСС, %	Aw	АКС	Пищевая ценность, ккал	Усушка, %	ЖУС, %
0 часов	6,0	147,2	79,2	0,88	132,5	672	0,1	25,6
6 часов	6,1	147,2	79,2	0,88	132,5	672	0,1	25,6
12 часов	6,0	147,2	79,3	0,88	132,5	672	0,1	25,6
18 часов	6,0	147,2	79,1	0,88	132,5	672	0,1	25,6
24 часа	6,0	147,2	79,1	0,88	132,5	672	0,1	25,6
32 часа	6,0	147,2	79,0	0,88	132,5	672	0,1	25,6
40 часов	6,0	147,2	79,2	0,88	132,5	672	0,1	25,6
48 часов	6,0	147,2	79,4	0,88	132,5	672	0,1	25,6
56 часов	6,0	147,2	79,0	0,88	132,5	672	0,1	25,6
64 часа	6,0	147,2	79,1	0,88	132,5	672	0,1	25,6
72 часа	6,0	147,2	79,2	0,88	132,5	672	0,1	25,6

На фотографиях представлены образцы продуктов, полученные с использованием ТГЛ, в лаборатории кафедры технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. Институт холода и биотехнологий.



Список литературы:

1. Шлейкин А.Г. и др. Применение трансклотаминазы в пищевых технологиях. Межвузовский сборник научных трудов «Известия СПбГУНиПТ», №1, 2006 г.
2. Якуш Е.В., Наседкин А.В. Каталитические свойства трансклотаминаз и перспективы их использования для создания пищевой продукции из рыбных фаршей, «Известия тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра», 1999, стр. 125.
3. Кох Г., Фукс М.. Производство и рецептуры мясных изделий. Мясная гастрономия, СПб, «Профессия», 2005 год.
4. Павловский П. Е., Пальмин В. В. Биохимия мяса и мясопродуктов. М.: «Пищепромиздат», 1963.

УДК. 339.336+364.254+504.75

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФАРШЕЙ ИЗ МЯСА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБВАЛКИ

И.А. Давыдов, А.Л. Ишевский

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

ishev.53@mail.ru

Мясное сырье многокомпонентно, вариабельно по составу и свойствам, что приводит к значительным колебаниям в качестве готовой продукции. В связи с этим особенно важное значение приобретает информация о функционально-технологических свойствах различных видов основного сырья и его компонентов, влиянии вспомогательных материалов и внешних факторов на характер их изменения. Перечисленные показатели имеют приоритетное значение при определении степени приемлемости мяса для производства пищевых продуктов. Физическая структура и свойства не подвергнутого термической обработке мясного фарша близки к классическим эмульсиям - дисперсным системам с жидкой дисперсионной средой и жидкой дисперсной фазой, диспергированные в коллоидном состоянии. При определенных условиях (наличие эмульгаторов и стабилизаторов, высокие температуры) в системах жир - вода могут образовываться водо-жировые эмульсии прямого (жир в воде) и обратного (вода в жире) типа. В мясной эмульсии, образуемой в результате интенсивного механического измельчения тканей (мясо механической обвалки – ММО), дисперсная система состоит из дисперсной фазы - гидратированных белковых мицелл и жировых частиц различных размеров и из дисперсионной среды - раствора белков и низкомолекулярных веществ. Белок и вода образуют матрицу, которая окружает жир, т.е. фарш из мяса механической обвалки - эмульсия подкожного, мышечного и костного жира в воде. При технологической обработке фаршей из ММО со свойствами белков связано взаимодействие белок – белок (гелеобразование); белок - вода (набухание, водосвязывающая способность, растворимость); белок – липиды (жиропоглощающая и жиρούдерживающая способности), а также поверхностно-активные свойства – образование и стабилизация пен и эмульсий. В настоящей работе рассмотрены основные реологические характеристики фаршей мяса механической обвалки, используемых в рецептурах колбасных изделий и влияние технологических факторов и различных добавок на их реологические свойства. В настоящее время в колбасном производстве широко используется мясо механической обвалки птицы (ММО) с корпусов тушек. Мясо птицы механической обвалки по сравнению с мясом ручной обвалки имеет отличительные свойства. Оно представляет собой мелко измельченную массу, степень же измельчения зависит от типа используемых устройств. По химическому составу оно также отличается от мяса ручной обвалки большим содержанием жира, что зависит, в первую очередь, от исходного сырья, незначительно от типа обвалочных устройств и, конечно, выхода ММО. Мясо птицы механической обвалки имеет высокую биологическую ценность и, следовательно, может широко использоваться при производстве мясных продуктов. ММО птицы по аминокислотному составу приближается к полноценному белку, содержит значительное количество кальция и железа, аскорбиновую кислоту, стабилизирующую цвет готовых изделий, ингибирует процесс окисления липидов, улучшает витаминный состав продукции. ММО, получаемое прессованием, содержит повышенное количество влаги и жира и обладает низкими функционально-технологическими свойствами (ФТС), при размораживании растекается, теряет значительное количество влаги, что отрицательно сказывается на ФТС и самого фарша и колбасных изделий. Эффективное использование ММО достигается комбинированием с мясным сырьем либо с белковыми препаратами. ММО хорошо сочетается по ФТС при комплексном использовании с соевым белком, казеинатом натрия, крахмалом, плазмой крови, белковым стабилизатором. Мясо механической обвалки птицы представляет собой однородную пастообразную массу без костей и хрящей, полученную в результате переработки тушек птицы. Фарш имеет однородную консистенцию, цвет от розового до красного и запах, свойственный качественному мясу данного вида птицы. Основные качественные показатели такого фарша – это количество костного остатка, влагоудерживаю-

шая способности, органолептические показатели. В таблице 1 представлено содержание жира в курином фарше из ММО, которое зависит от состава фарше по частям тушек.

Таблица 1

Содержание жира в курином фарше из ММО

Часть тушки	Количество жира на 100 г сырого продукта, г
Бедро куриное с кожей	15,4 г
Голень куриная с кожей	11,4 г
Грудка куриная с кожей	7,7 г
Кожа курицы	40,3 г
Крыло курицы с кожей	19,3 г
Спинка курицы с кожей	20,8 г
Шея курицы с кожей	17,9 г

Птичьи жиры имеют температуру плавления ниже 40° С, что обуславливает их хорошее эмульгирование и усвоение в пищеварительном тракте. В фарше ММО липиды птицы представлены несколькими фракциями, и наибольший удельный вес в их составе занимают триглицериды, а доля фосфолипидов в несколько раз меньше содержания триглицеридов. Вместе с тем необходимо отметить, что полиненасыщенные жирные кислоты содержатся в фосфолипидах в большем количестве, чем в триглицеридах. Пропорционально повышению содержания жира понижается влажность фарша. Фарш из ММО обладает вязкопластичной структурой и всеми, присущими вязкопластичным структурам, свойствами, поэтому качество мясного фарша из ММО напрямую зависит от его реологических характеристик. По органолептическим и физико-химическим показателям мясо механической обвалки должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 3.

Таблица 3

Органолептические и физико-химические показатели мяса механической обвалки

Наименование показателя	Характеристика показателя и норма мяса механической обвалки	
	куриного	индюшиного
Внешний вид	Тонкоизмельченная пастообразная масса	
Консистенция	Вязкая	
Цвет	От светло-розового до красного без наличия серого цвета	
Запах сырого мяса механической обвалки	Свойственный свежему куриному мясу	Свойственный свежему индюшиному мясу
Аромат бульона	Свойственный аромату бульона свежего вареного куриного мяса	Свойственный аромату бульона свежего вареного индюшиного мяса
Массовая доля влаги, %, не более	70	
Массовая доля белка, %, не менее	12	
Массовая доля жира, %, не более	18	
Массовая доля костных включений, %, не более	0,6	
Массовая доля кальция, %, не более	0,26	
Массовая доля фракции костных частиц размером до 500 мкм от общей массы частиц, %, не менее	98	

Массовая доля фракции костных частиц размером от 500 мкм до 750 мкм от общей массы частиц,%, не более	2
Костные частицы, имеющие длину более 750 мкм	Не допускаются
Количество летучих жирных кислот, мг КОН/100 г мяса птицы механической обвалки, не более	8,0
Перекисное число, % йода, не более	0,2
Кислотное число жира, мг КОН/1 г жира, не более	2,0

В мясе птицы механической обвалки не допускается наличие других видов сырья животного и растительного происхождения. Костные фрагменты, попадающие в мясо в процессе механической обвалки, являются предметом беспокойства и пристального внимания. При соблюдении технологических параметров и нормативных выходов содержание костных включений и кальция не превышают установленных нормативов. В мясе птицы механической обвалки не допускается наличие пищевых добавок любого вида. Высокое качество мяса механической обвалки индейки обеспечивается технологией и техникой, используемой для его производства. При производстве фарша применяется оборудование, позволяющее осуществлять медленный процесс давления, что позволяет не подвергать фарш перегреву, т.е. сохранять его технологические свойства. Кроме того, для изготовления фарша не используются белковые добавки (соя) и фосфаты. Фарш производится из свежепосоленного сырья и имеет высокие технологические характеристики, удобен в применении. Он идеально подходит как компонент рецептур, снижающий себестоимость продукции как в сочетании с мясом говядины и свинины, так и самостоятельно. Благодаря низкому содержанию костного остатка и малому размеру его частиц (равному размеру отверстий перфорированного барабана), присутствие ММО в колбасном изделии при пережевывании не ощутимо.

УДК 664.9.037

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА И КИНЕТИКИ РОСТА МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДЕНИЯ МЯСОПРОДУКТОВ ПОСЛЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

М.А. Дибирасулаев¹, Г.А. Белозеров¹, С.Г. Рыжова², Б.А. Макаров³

1 - ГНУ ВНИХИ Россельхозакадемии, г. Москва, Россия

2 - ОАО «Мясокомбинат Клинский», г. Клин, Россия

3 - ОАО «ЦНИИ «Курс», г. Москва, Россия

dibirasulaev@vnihi.ru

Аннотация

Разработана интегрированная модель тепломассопереноса и зависимость от температуры роста микроорганизмов с применением метода конечных элементов для оценки безопасного охлаждения копчено-вареных изделий из свинины. Установлена адекватность разработанной математической модели при различных способах охлаждения копчено-вареного окорока в промышленных условиях и проведены оптимизационные расчеты для обоснования значений параметров процесса и описания роста микроорганизмов.

Введение

Анализ научных публикаций в области холодильной обработки и хранения мяса и мясопродуктов [1, 2] показывает, что в мировой практике сохраняется тенденция на переход к интенсивным методам охлаждения. Разница в конечной температуре продукта после охлаждения в различных странах доходит до 8 °С, в продолжительности до 4,5 ч., а в скорости охлаждения применительно к первой стадии – 0,56 °С/мин. В странах ЕС температура хранения для готовой продукции принята от 0 до 3 °С за исключением Дании.

В действующей в России НД на копчено-вареные изделия из свинины [3] предусмотрено понижение температуры в центре готового продукта в процессе охлаждения от 71 - 74 °С до 0 - 6 °С без указания значений скорости и продолжительности их охлаждения.

Проведение НИР по научному обоснованию оптимальных значений параметров охлаждающей среды с целью интенсификации технологического процесса и создания ресурсосберегающей и экологически безопасной технологии охлаждения копчено-вареных изделий из свинины является актуальной проблемой для предприятий мясной отрасли.

Несмотря на успехи в области моделирования переноса тепла и роста бактерий в процессе приготовления и охлаждения пищевых продуктов мало данных по интегрированию модели теплообмена и динамической прогнозной модели роста микроорганизмов, необходимых для оптимизации параметров охлаждающей среды [4, 5].

Цель исследования - разработка интегрированной модели тепломассопереноса и роста микроорганизмов для обоснования безопасной ресурсосберегающей технологии охлаждения мясопродуктов после термической обработки на примере копчено-вареного окорока из свинины.

Объект и методика исследования

Технологический процесс охлаждения копчено-вареных изделий из свинины с физической точки зрения представляет собой одновременный перенос массы и энергии от объекта охлаждения в охлаждающую среду.

Модель процесса включает в себя уравнения переноса массы и энергии внутри объекта охлаждения, уравнение, характеризующее рост популяции микроорганизмов от времени, а также граничные условия, определяющие потоки энергии и массы на его внешней поверхности. Перенос массы, в данном случае воды, обусловлен разностью концентрации воды (влагосодержания) в цен-

тральных и периферийных областях объекта охлаждения, определяется молекулярной диффузией и описывается законом Фика, который в дифференциальной форме имеет вид уравнения переноса массы:

$$\frac{\partial \rho_{\hat{a}}}{\partial \tau} = D \operatorname{div}(\operatorname{grad} \rho_{\hat{a}}), \quad (1)$$

где $\rho_{\hat{a}}$ – относительная плотность воды (влажность, кг/м³);

D – коэффициент молекулярной диффузии, м²/с;

τ – текущее время процесса, с;

Перенос энергии внутри объекта охлаждения определяется диффузионным переносом тепла теплопроводностью и за счет диффузионного переноса массы и описывается дифференциальным уравнением Фурье-Кирхгофа:

$$c_p \rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \operatorname{div}(\lambda \operatorname{grad} T) + c_{p\hat{a}} D \operatorname{grad} \rho_{\hat{a}} \operatorname{grad} T \quad (2)$$

где C_p – удельная теплоемкость материала объекта охлаждения, Дж/(кг·К);

T – температура объекта охлаждения, К;

λ – коэффициент теплопроводности объекта охлаждения, Вт/(м·К).

В качестве граничных условий принимаются граничные условия третьего рода.

Рост микроорганизмов в зависимости от температуры обычно определяется как натуральный логарифм их относительной популяции «у» как функция времени «t». В соответствии с [5] функциональная зависимость относительной популяции бактерий от времени (модифицированная модель Гомперца, усовершенствованная Цвейтрингом и др. [6]), имеет вид:

$$y = A \exp \left\{ -\exp \left[\frac{2,72 \mu_m}{A} (t_{lag} - t) + 1 \right] \right\}, \quad (3)$$

Экспериментальные исследования по определению адекватности математической модели охлаждения копчено-вареных изделий из свинины при различных температурных режимах проводили на холодильнике и в колбасном цехе ОАО «Мясокомбинат Клинский» и в условиях технологического стенда ГНУ ВНИХИ Россельхозакадемии.

Охлаждение мясопродуктов проводили одностадийным промышленным (медленным) и быстрым способами.

Результаты исследований

Проведена валидизация разработанной математической модели процессов тепломассопереноса применительно к одностадийному способу охлаждения мясопродуктов (рис. 1).

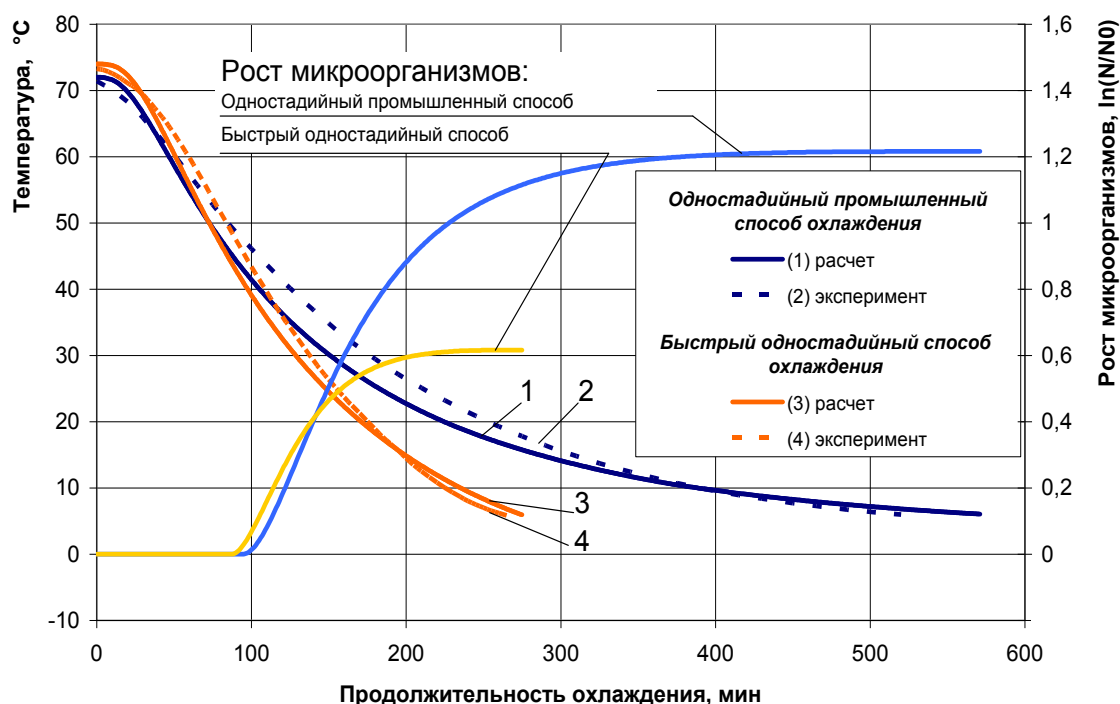


Рис. 1. Зависимость экспериментальных и расчетных значений температур в центре окорока от продолжительности процесса при медленном и быстром охлаждении и влияние условий охлаждения на рост микроорганизмов

Из рис. 1 видно, что в первые 1 - 1,5 ч. охлаждения температура в толще (термическом центре) окорока в обоих способах охлаждения остается еще на высоком уровне, и поэтому происходит очень небольшой рост бактерий. Далее при понижении температура в термическом центре от 50 до 7 °C (опасная зона) наблюдается экспоненциальный рост. После 4 ч. при быстром охлаждении и 8 ч. при медленном способе температура в толще продукта снижается ниже опасной зоны температур, где рост бактерий минимальный.

Данные расчетов, полученных при помощи интегрированной модели переноса тепла и роста бактерий *Lactobacillus planetarium* в толще вареного окорока с массой 2,65 кг, показывает, что при медленном (промышленном) способе охлаждения уровень обсемененности окорока в два раза выше ($1,23 \ln N / \ln N_0$), чем при быстром способе - ($0,62 \ln N / \ln N_0$).

Эти данные показывают на возможность увеличения срока хранения мясопродуктов, охлажденных быстрым способом, в результате снижения исходной микробиологической обсемененности продукта [7].

Выводы

1. Результаты производственных испытаний подтвердили экспериментальные данные по научно обоснованным параметрам технологического процесса однотайного быстрого охлаждения.
2. Экономический эффект от применения разработанной технологии быстрого однотайного способа охлаждения составляет 4,6 тыс. руб. на 1 тонну. Для ОАО «Мясокомбинат Клинский» с производительностью 5 тонн копчено-вареных изделий в смену годовой экономический эффект от применения технологии однотайного быстрого охлаждения составляет 6,9 млн. руб.

Список литературы:

1. Рекомендации Международного института холода по холодильному хранению скоропортящихся продуктов. 2000 г. Издание 3-е. стр. 240.
2. James, C, Bobst, C., Fleyre, H., Palpaselly, S., James, S.J. Proceedings of the 1-st IIR International Cold Chain conference – Sustainability and the Cold Chain, Cambridge, 2010., p. 210.
3. ГОСТ Р 54043-2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Продукты из свинины копчено-вареные. Технические условия, Москва, 2011. стр. 19.

4. Baranyi, J, Roberts, T.A. A dynamic approach to predicting bacterial growth in food // J. Food Microbiology, 1994. Vol. 23 (3-4).
5. Wang, L.J., Amezquita, A., Weller, C.L. A Mathematical Model for Validation of Safe Air - Blast Chilling of Cooked Hams // J. American Society of Agricultural Biological Engineers, 2006. Vol. 49 (5).
6. Zwietering, M.H., De Koos, J.T., Hasenack, B.E., De Wit, J.C. Modeling of bacterial growth as a function of temperature // J. Applied and Environ. Microbiology, 1991. Vol. 57 (4).
7. Дибирасулаев, М.А., Белозеров, Г.А., Рыжова, С.Г., Макаров Б.Е. Влияние условий охлаждения мясопродуктов, подвергнутых тепловой обработке, на сроки их хранения // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы в области создания инновационных технологий хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов»: тез. доклада научно-практической конференции, Углич, 2011. 630 с.

УДК 664.92.035.2

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИТОНЦИДОВ В ТЕХНОЛОГИИ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

А.А. Дубровский, Ю.Г. Базарнова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

dubrish@mail.ru

Растущий спрос потребителей на натуральные продукты высокого качества диктует необходимость в разработке и усовершенствовании приемов обеспечения микробиологической безопасности мясных изделий с использованием биологических методов консервирования [1].

Вещества природного происхождения, проявляющие антимикробные свойства и называемые *биоконсервантами* [2], являются альтернативой консервирующим добавкам синтетического происхождения. В настоящее время в качестве биоконсервантов широко используются фитопрепараты [1].

В связи с этим приобретают актуальность разработки консервирующих добавок на основе лекарственно-технического растительного сырья, обладающих бактериостатическим эффектом по отношению к микроорганизмам вызывающим порчу мясных изделий [4].

В настоящее время известно большое количество специфических веществ, выделенных из растений и обладающих свойствами тормозить развитие или убивать бактерии, простейшие и грибы, так называемых *фитонцидов* [4, 6]. Фитонциды принадлежат к различным классам органических соединений, в числе которых флавоноиды и их гликозиды, дубильные вещества, алкалоиды, а также органические кислоты, спирты и эфиры, содержащие ароматические структуры с одной или несколькими гидроксильными группами [7].

При изучении фитонцидных свойств растений обычно используют экстрактивные извлечения, чаще – водные и спиртовые, реже – эфирные и маслянные.

Авторами [3,4,5] экспериментально показана возможность сохранения мяса под влиянием фитонцидов черемши, чеснока, хрена и горчицы. Летучие фитонциды горчицы с успехом использовались для увеличения продолжительности хранения мяса и других пищевых продуктов [5].

Перспективным является использование фитонцидов для сохранения качества мясных полуфабрикатов, в частности для порционных изделий из мяса. Это позволит увеличить сроки годности порционных мясных полуфабрикатов и

улучшить потребительские свойства готовых изделий.

Целью настоящей работы является исследование состава природных веществ некоторых растений для дальнейшего использования в технологии порционных мясных полуфабрикатов.

В качестве объектов исследования использовали корнеплод лука (*Allium cepa*) и чеснока (*Allium sativum*), корень хрена (*Armoracia*) и семена горчицы (*Sinapis*).

Для извлечения природных веществ исследуемых растений, обладающих фитонцидной активностью, использовались водно-спиртовые смеси, содержащие 70% этанола и 30% подготовленной воды. В полученных экстрактивных извлечениях определяли общее содержание фенольных веществ и органических кислот.

В табл. 1 представлены результаты исследований содержания фенольных веществ и органических кислот в исследуемом растительном сырье.

Таблица 1

Результаты исследований содержания фенольных веществ и органических кислот в исследуемых растениях

Наименование растительного сырья	Суммарное содержание фенольных веществ, мг/100 г	Содержание органических кислот (в пересчете на яблочную), мг/100 г
Лук	0,261±0,014	328,7±20,1
Чеснок	0,587±0,029	295,3,7±5,7
Горчица	0,251±0,013	336,0±25,8
Хрен	0,443±0,022	261,3±31,5

Из таблице видно, что наибольшее количество фенольных веществ содержится в чесноке, а наименьшее – в горчице. Больше всего органических кислот содержится в горчице, меньшее их количество – в хрене. Следовательно, лучше всего использовать смеси экстрактивных извлечений из данных растений.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что экстрактивные извлечения лука, чеснока, хрена и горчицы, можно использовать в качестве консервирующих добавок для порционных мясных полуфабрикатов в составе рассолов, маринадов и соусов, т.к. они отличаются высоким содержанием веществ, обладающих бактериостатическим эффектом.

В дальнейшем предполагается проведение исследований для установления индивидуальной концентрации природных веществ изучаемого растительного сырья, являющейся эффективной для подавления роста микроорганизмов, вызывающих порчу мяса.

Список литературы:

1. Баранова Н.В., Машенцева Н.Г., Кузнецова Л.С., Баранова Е.А. Биологическое консервирование мясных продуктов // Мясная индустрия, 2010, №7. С. 19 – 21.
2. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках: Учеб.для студентов биолог. спец. ун-тов. – 4-е изд., перераб. и доп. М: Высш. шк., 1986. 448с.: ил.
3. Оказов Х.К., Баранников Н.П. Влияние летучих фитонцидов черемши, чеснока и хрена на длительность сроков хранения мяса. В кн.: Фитонциды: Киев: Наук.думка, 1972. С.253 – 254.
4. Токин Б.П. Бактерициды растительного происхождения (фитонциды). М.: Медгиз, 1942. 190с.
5. Токин Б.П. Губители микробов фитонциды. М.: Советская Россия, 1960. 200 с.
6. Токин Б.П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. Изд. 3-е, испр. и доп. 5 Изд-во Ленингр. университета, 1980. 280 с. Ил. 67.
7. Толкунова Н.Н. Исследование химического состава растительных экстрактов // Мясная индустрия, 2003, №12. С. 30 – 31.

УДК 637.524.5

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЕДРОВОГО ШРОТА

М. Н. Екишина

Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, г. Омск, Россия

marina_ekishina1988@mail.ru

В последние годы во всем мире приобретают актуальность так называемые функциональные продукты. Однако в современных условиях рыночной экономики важно получить не только продукт, удовлетворяющий основным канонам теории функционального питания, а также продукт, который будет обладать конкурентоспособностью и экономической эффективностью. В этой связи ведется постоянный поиск и разработка новых технологий, позволяющих интенсифицировать и модифицировать технологический процесс производства продукции и получить готовое изделие с высокими качественными характеристиками [2]. Вареные колбасы занимают наибольший удельный вес в общем объеме мясопродуктов, вырабатываемых мясной промышленностью. В настоящее время проблема повышения качества вареных колбас приобретает особую актуальность. Интенсификация технологических процессов обработки мясного сырья, а также использование различных добавок, которые позволяют существенно увеличить объем выпуска продукции и обеспечить рациональное использование сырья, не всегда способствуют повышению качества колбасных изделий.

Изменяя химический состав колбас, можно целенаправленно повышать пищевую ценность изделия, формировать его свойства, придавая продукту функциональную направленность [1].

При любом уровне экономического развития пищевой отрасли мясные изделия пользуются высоким потребительским спросом. Снижение их себестоимости при гарантированном сохранении стандартного качества важнейшее условие расширения ассортимента и увеличения объемов выпуска этого вида продукции. Одним из реальных путей решения этой задачи в настоящее время является разработка и внедрение новых технологий, ориентированных на обеспечение качества и безопасности мясных продуктов. Увеличение дозы нитрита натрия в питательной среде приводит к повышению антимуtagenной активности пропионовокислых бактерий, что указывает на индукцию антимутагенеза.

С учетом биотехнологических свойств, антимуtagenной активности пробиотических микроорганизмов подобраны моно - и поликультуры, отвечающие специфическим требованиям технологических процессов производства колбасных изделий.

Выявлена высокая биохимическая активность пропионовокислых бактерий в мясном субстрате, позволяющая ускорить биотехнологические процессы при посоле и созревании мяса [2].

Показано, что внесение кедрового шрота, обладающего пребиотическими свойствами, стимулирует рост пропионовокислых бактерий и улучшает функционально-технологические свойства мясного фарша для вареных колбас [1]. Разработаны оригинальные рецептуры вареных колбас с использованием пробиотических микроорганизмов и нетрадиционного сырья растительного происхождения - кедрового шрота как пребиотиков, улучшающих функционально-технологические свойства мясного сырья [1, 2].

Список литературы:

1. Антиоксидантное действие растительных порошков на колбасные изделия / Азиев Д.Л. и др. // Сб. мат. международной научно-практической конференции. Челябинск. 2003. С.113.
2. Роль ферментативной и микробной биотехнологии в изучении вкуса мясных продуктов. // Международ. научн. конф. Краснодар. 19-22 сент. 2002. Тез. докл./ Хорольский В.В., Алексахина В.А., Черкасова Л.Г., Забашта А.Г., Папина В.А. Краснодар 2000. С. 102.

УДК637.143

ОСОБЕННОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА

Л.В. Красникова, Н.Т. Жилинская, П.И. Гунькова, Д.В. Цой

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

jilinskie@mail.ru

В настоящее время проблема обеспечения безопасности и качества пищевых продуктов и улучшения здоровья населения России получила новое развитие, что нашло отражение в комплексе разработанных и введенных в действие нормативных документов.

Законодательную базу обеспечения безопасности и качества продуктов питания составляют Федеральные законы (№ 29-ФЗ от 23.12.1999 «О качестве и безопасности пищевых продуктов»; № 52-ФЗ от 30.03.1999 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; № 2300-1-ФЗ от 02.06.1993 «О защите прав потребителей»; № 184-ФЗ от 27.12.2002 «О техническом регулировании»), комплекс технических регламентов (принятых как в Российской Федерации, так и решением Комиссии Таможенного союза). Кроме того, в Российской Федерации действует большая группа национальных стандартов, а также система санитарно-эпидемиологического нормирования и надзора в сфере обеспечения безопасности и качества продуктов, в том числе общественного питания.

С 01 июля 2013 года вступил в законную силу Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). Объектами технического регулирования выступают пищевые сырье и продукция, а также процессы, связанные с требованиями к производству, хранению, перевозке, реализации и утилизации указанной продукции.

На кафедре химии и молекулярной биологии Института холода и биотехнологий НИУ ИТМО ведутся научные исследования по изучению влияния биоконсервантов на микробиологическую безопасность и сроки хранения белково-углеводных диетических продуктов, производимых на предприятиях общественного питания.

В качестве исследуемого белково-углеводного диетического продукта был выбран пудинг. Пудинги содержат в своем составе куриные яйца, молоко, сахар, крахмал и некоторые другие нутриенты, которые способствуют регуляции правильного обмена веществ, энергетического баланса, роста и развития организма, защиты от вредных факторов внешней среды. Пудинги являются вкусными, высококалорийными продуктами и могут быть рекомендованы для питания людей разных возрастных групп. Присутствие в составе пудингов компонентов животного и растительного происхождения, которые могут быть контаминированы различными микроорганизмами, ставит вопрос о сроках хранения этих продуктов и их микробиологической безопасности.

Для предотвращения различных форм микробиологической порчи и отравления пищи микробными токсинами используют различные технологические приемы (термическую обработку, упаковку в асептических условиях, снижение активности воды и pH, охлаждение), а также добавление консервантов, таких как антимиотические (например, натамицин), неорганические (сульфит, нитрит) и органические соединения (пропионат, сорбат, бензоат). На современном этапе развития науки о питании неоспоримым является тот факт, что потребляемая пища определяет здоровье человека. Широко используемые химические консерванты и антибиотики, увеличивающие срок хранения продуктов питания, вызывают опасения. Потребительский спрос на минимально обработанные пищевые продукты или «свежую еду» без химических консервантов стимулировал исследователей на поиск натуральных антимикробных средств. Поэтому для подавления роста патогенных микроорганизмов и возбудителей порчи в качестве биологических консервантов успешно применяются бактериоцины.

Бактериоцины — бактериальные белки или пептиды, обладающие антимикробным действием, синтезируются на рибосомах клетки. В настоящее время бактериоцины рассматриваются как факторы межмикробного антагонизма, обеспечивающие регуляцию популяции бактерий и колонизационную устойчивость организма человека и животных к патогенным микроорганизмам. Действие бактериоцинов, в отличие от антибиотиков, носит специфический характер — они узнают и далее убивают только те клетки, у которых на поверхности клеточной стенки имеются специальные контактные белки или липиды [3]. Кроме того эти пептиды, как правило, не убивают клетки-продуценты, поскольку последние синтезируют белки иммунитета, обеспечивающие им невосприимчивость к собственным токсинам. Таким образом, использование бактериоцинов привлекательно такими их качествами, как специфичность антимикробного действия, природное происхождение (натуральность), универсальность и эффективность механизма поражения клеток.

С этой точки зрения большое значение имеют результаты исследования бактериоцинов молочнокислых бактерий, называемых также лактоцинами, безвредность которых доказана их многовековым применением при приготовлении разнообразных, прежде всего кисломолочных и мясных, продуктов. Способность подавлять рост гнилостных и патогенных микроорганизмов отмечена у представителей большинства видов лактобактерий, причем лактобациллы в этом отношении более активны, чем лактококки.

К настоящему времени некоторые антибиотические вещества лактобактерий выделены в чистом виде, и в первую очередь, низин - бактериоцин, синтезируемый *Lactococcus lactis subspecies lactis*. Низин является наиболее изученным и разрешенным для применения биологическим консервантом (добавка под кодом E 234). Это единственный из антибиотиков, имеющий «GRAS» статус (признанный Европейским парламентом как безопасный). Для коммерческого использования впервые низин был получен в 1953 году, а в 1969 году экспертный комитет ФАО/ВОЗ признал низин безопасной пищевой добавкой. Низин разрешен для применения уже более чем в 60-ти странах мира, включая Россию, для использования в сыре, жидких яйцепродуктах, консервированных овощах, разнообразных пастеризованных молочных продуктах и заправках для салатов. Это единственный очищенный антибиотический пептид, имеющий лицензию US Food and Drug Administration на использование в качестве пищевого консерванта.

Обладая способностью адсорбироваться на поверхности спор чувствительных к нему спорообразующих микроорганизмов (основной причины порчи консервов и пресервов), низин нарушает проницаемость мембран, тем самым обладая противомикробной активностью, снижает термоустойчивость спор. Этими характеристиками определяются консервирующие свойства добавки E 234: например, низин может ингибировать избыточный рост всех бактериальных спор, вызывающих порчу продуктов, которые подвергаются тепловой обработке. Применение низина позволяет уменьшить время или температуру теплового воздействия, что позволяет сохранить полезные вещества в продуктах. Например, при применении добавки E234 потеря витамина C (добавка E 300) сокращается на 30-35%, а полезный бета-каротин (пищевая добавка E 160a) сохраняется полностью [4]. Низин бактериостатически действует на грамположительные бактерии: стрептококки, стафилококки, микрококки и сарцины, подавляет или замедляет рост молочнокислых и пропионовокислых бактерий. К низину наиболее чувствительны термофильные аэробные споровые бактерии видов *B. cereus*, *B. coagulans*, *B. stearothermophilus*, при определенных условиях вызывающие порчу пищевых продуктов. Низин угнетающе действует также на споровые анаэробные бактерии рода *Clostridium*: *C. butulinum* – возбудителя тяжелых пищевых отравлений, *C. butyricum* – возбудителя маслянокислого брожения в сырах и консервах, *C. putrificum* – возбудителя порока «гниющий сыр» и др.

В наших исследованиях низин был использован с целью обеспечения микробиологической безопасности пудингов и удлинения сроков их хранения. С этой целью осуществлен контроль санитарно-показательных микроорганизмов (КМАФАнМ) на соответствие требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». В данном Техническом регламенте нормирование микробиологических показателей безопасности продуктов общественного питания приводится в п.1.8 таблицы 1 «Другие продукты» Приложения № 2 к ТР ТС 021/2011.

Установлено, что после термической обработки пудинга остаточная микрофлора представлена в основном спорообразующими бактериями. Так, в контрольном образце их содержание увеличилось после 2 недель хранения при температуре + 6 – + 8 °С с 1×10^2 до 1×10^4 КОЕ/г при допустимых уровнях показателя не более 1×10^3 (требования ТР ТС 021/2011). В опытных образ-

цах, в которые был добавлен низин в концентрации 0,01 %, содержание спорообразующих бактерий после хранения снизилось до 1×10^1 КОЕ/г .

Таким образом, введение в рецептуру белково-углеводных изделий (пудингов) низина позволило снизить микробную контаминацию готового продукта до уровня показателей, соответствующих требованиям п.1.8 Приложения 2 к Техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», и, таким образом, увеличить сроки его хранения.

Список литературы:

1. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" (ТР ТС 021/2011).

2. Еделев Д.А., Кантере В.М., Матисон В.А. Вопросы обеспечения населения Российской Федерации безопасными и качественными продуктами питания//Пищевая промышленность. 2013. № 4. С.8 – 12.

3. Похиленко В.Д., Перлыгин В.В. Бактериоцины: их биологическая роль и тенденция применения /Электронный научный журнал «Исследовано в России» 2011/016 pdf с. 164 - 198 .

4. Delves-Broughton J. Nisin and its application as a food preservative / J. Society of Dairy Technology, 1990, V. 43. № 3. P.73 – 75.

УДК 664.953

НОВЫЙ БЕЛКОВО-ЛИПИДНЫЙ ПРОДУКТ НА ОСНОВЕ ГИДРОЛИЗАТА ИЗ СПИЗУЛЫ САХАЛИНСКОЙ

О.В. Зими́на, Л.Ю. Лаже́нцева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный, г. Владивосток, Россия

sc_dalrybvtuz@mail.ru

В последние годы в пищевой промышленности отмечена тенденция создания многокомпонентных продуктов питания. Одной из наиболее удобных форм для конструирования таких продуктов являются масложировые эмульсии, позволяющие вводить различные компоненты и, тем самым, оптимизировать состав и снижать их энергетическую ценность пищи [1-3]. Наиболее распространенным и востребованным населением эмульсионным продуктом является майонез, который на потребительском рынке представлен в достаточно широком ассортименте. Однако, майонез характеризуется повышенным содержанием холестерина и высокой энергетической ценностью, что негативно влияет на здоровье человека.

Нередко для снижения энергетической ценности в состав таких эмульсионных продуктов вводят растительное или нежирное белковое сырье. Например, известны технологии майонезных продуктов с добавлением кислотных или ферментативных гидролизатов из нерыбных объектов морского промысла, содержащих ценные ингредиенты, способные улучшить многие физиологические процессы в организме человека [4].

Среди нерыбных объектов привлекает внимание двусторчатый моллюск - спизула сахалинская, при переработке которой формируются малоиспользуемые пищевые отходы, в которых содержание белков составляет около 15 %, жира – не более 1 %. Сырье из спизулы может быть использовано для получения белкового гидролизата, введение которого в состав эмульсионного жирового продукта позволит рационально использовать природные ресурсы, сократить дефицит белка животного происхождения и обеспечить организм человека легкоусвояемыми белковыми веществами.

Целью настоящих исследований явилась разработка нового белково-липидного продукта на основе гидролизата из спизулы сахалинской.

В качестве сырья использовали спизулу сахалинскую, молотые пряности (корица, гвоздика, душистый перец), ферментативный препарат Протамекс, растительное подсолнечное мало, сухое обезжиренное молоко, поваренную соль и эмульгатор Е471.

Технологическая схема получения белково-липидного продукта приведена на рисунке 1.

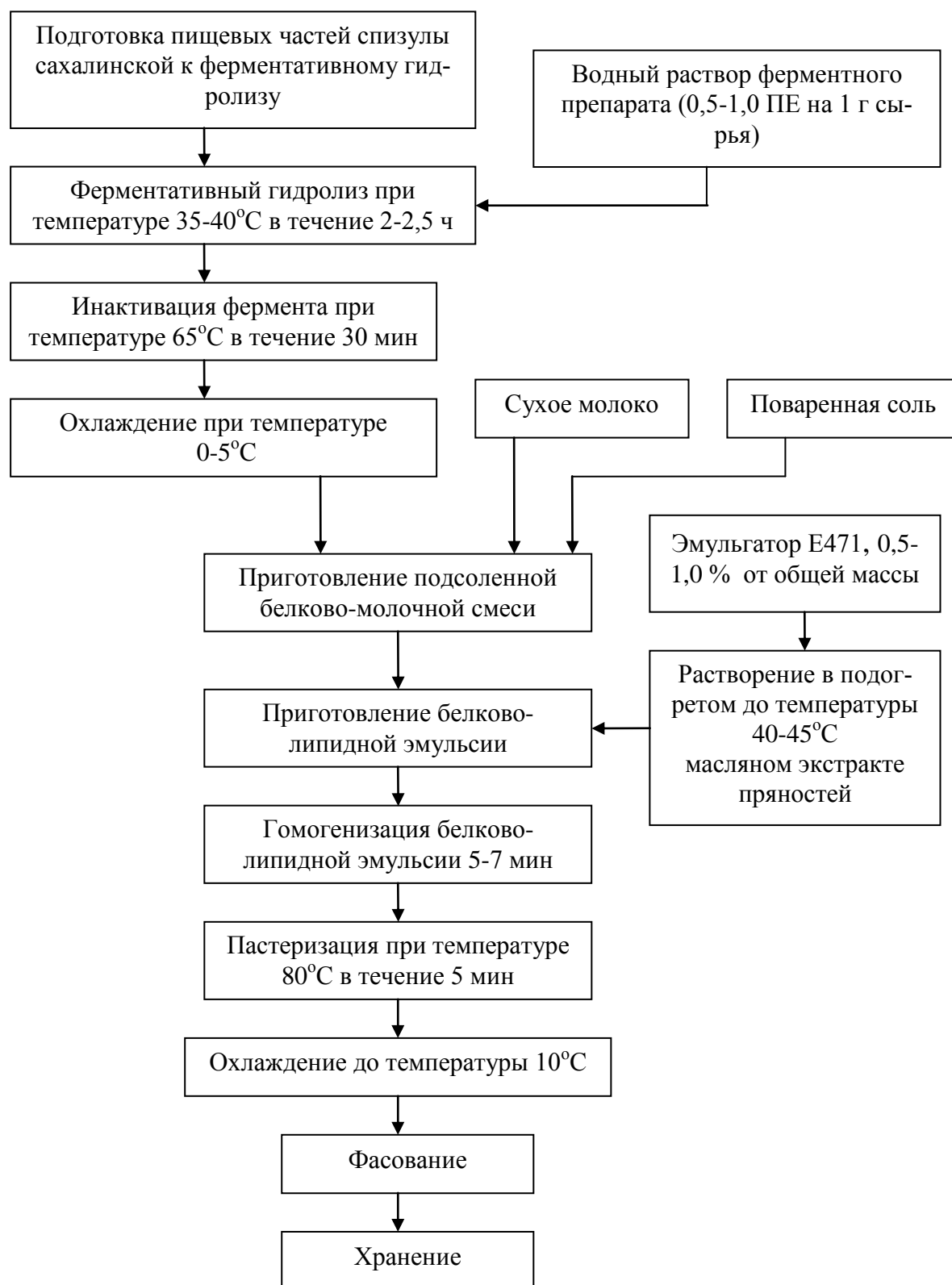


Рис. 1. Технологическая схема производства белково-липидного продукта

Подготовку всех компонентов проводили следующим образом. Приготовление гидролизата из спизулы сахалинской осуществляли путем ферментативного гидролиза из измельченных тканей с использованием ферментативного препарата Протамекс с протеолитической активностью 400 ПЕ/г. Рациональные параметры ферментативного гидролиза приведены в таблице 1. В процессе гидролиза происходило частичное расщепление белков и накопление белковых субъединиц, проявляющих высокие структурообразующие свойства, что приводило к формированию плотной и вязкой структуры системы. Для ингибирования активности ферментного препарата Протамекс

белковый гидролизат прогревали при температуре 65°C в течение 30 мин и затем охлаждали. Полученный гидролизат представляет собой белковую сметанообразную пасту светло-кремового цвета. В охлажденную сметанообразную белковую пасту вносили сухое обезжиренное молоко, поваренную соль, тщательно перемешивали и получали подсолненную белково-молочную смесь.

Таблица 1

Рациональные условия ферментативного гидролиза субстратов из моллюсков

Условия	Значения
Количество протамакса, ПЕ/г сырья	0,5-1,0
Соотношение массы измельченного сырья и воды (гидромодуль)	1:1
Активная реакция среды, рН	5,5-6,5
Температура, °С	35-40
Продолжительность, час	2-2,5

В качестве масляной основы был использован пряно-масляный экстракт (ПМЭ), обладающий выраженным антимикробным и антиоксидантным действием. Получали ПМЭ следующим образом. Пряность измельчали до порошкообразного состояния и вносили в ёмкость с нагретым до 100°C растительным рафинированным маслом и перемешивали. Продолжительность экстрагирования пряностей составляла 24 ч. Полученную пряно-масляную смесь отстаивали в течение 24 ч и отделяли масло от осадка.

Эмульгатор Е471 в количестве 0,5-1,0 % от общей массы белково-липидной смеси вводили в подогретый до 40-45°C ПМЭ, тщательно перемешивали до полного его растворения. При этом ПМЭ приобретал густую консистенцию.

В состав рецептуры продукта компоненты входили в следующих количествах, %: масляный экстракт из пряностей – 40, гидролизат из спизулы сахалинской – 55, сухое обезжиренное молоко – 3, соль пищевая – 1,2, эмульгатор Е471 – 0,8.

Подготовленные компоненты (подсолненную белково-молочную смесь, ПМЭ с растворенным в нем эмульгатором Е471) тщательно перемешивали и гомогенизировали до получения однородной эмульсии. Полученную эмульсию пастеризовали при температуре 80°C в течение 5 минут, охлаждали до температуры 10°C. Полученную белково-липидную смесь фасовали в банки стеклянные или из полимерных материалов вместимостью 50-250 см³, охлаждали и хранили при температуре от минус 2°C до 4°C.

Основные показатели качества белково-липидного продукта на основе гидролизата из спизулы сахалинской приведены в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав и энергетическая ценность липидно-белкового продукта

Показатели	Содержание
Влага, %	52,8-50,9
Белок, %	4,8-5,6
Жир, %	39,4-39,6
Углеводы, %	1,8-2,3
Зола, %	1,2-1,6
Энергетическая ценность, ккал	381,0-388,7

Полученный данным способом белково-липидный продукт имел приятный белково-сливочный вкус и запах, цвет от молочного до светло-кремового, гомогенную однородную и пластичную массу, легко намазывающуюся консистенцию.

Продукт был безопасен, в процессе хранения при температуре от минус 2°C до 5°C в течение 4 мес. сохранял свои первоначальные органолептические показатели, характеризовался устойчивостью к микробной и окислительной порче, стабильностью химического состава, структуры и консистенции.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена возможность использования гидролизата из спизулы сахалинской для производства комбинированных эмульсионных продуктов с пониженным содержанием жира и хорошими потребительскими свойствами.

Список литературы:

1. Бутина Е.А. Научно-практическое обоснование применения фосфолипидных биологически активных добавок в производстве эмульсионных продуктов// Известия вузов. Пищевая технология, 2003. № 2 – 3. С.28-31.
2. Топникова Е.В., Дунаев А.В., Стаховский В.А., Кустов Т.П., Никитина Ю.В., Караваева Е.Ю. Особенности технологии спредов пониженной жирности // Масла и жиры, 2008. № 6. С. 8 – 11
3. Табакаева, О.В. Эмульсионные продукты с биологически активными веществами – продукты здоровья // Масложировая промышленность, 2009. №1. С.26 – 27.
4. Табакаева, О.В. Пищевые эмульсии, обогащенные биологически-активными веществами голотурий / Монография // Находка: Институт технологии и бизнеса, 2009. 128 с.

УДК 637.146.3; 663.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ ГЛЮКОНО-ДЕЛЬТА-ЛАКТОН И БЕЛКОВОГО ПРЕПАРАТА NUTRILAC® QU-7627 ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТВОРОГА

Л.А. Забодалова, О.В. Иванова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

zabodalova@gmail.com

Желание выпускать конкурентоспособный по цене и качеству продукт приводит производителя к поиску инновационных решений, апробации различных технологий и ингредиентов. Поэтому в настоящее время наряду с традиционными технологиями производства творога многие предприятия успешно внедряют новые технологии, позволяющие ускорить получение готового продукта, увеличить его выход и уменьшить себестоимость [2].

Пищевая добавка глюконо-дельта-лактон (Е575, ГДЛ) представляет собой белый или кремовый мелкий кристаллический порошок, хорошо растворимый в воде. Функциональное назначение этой пищевой добавки основано на том, что ГДЛ проявляет свойства подкислителя замедленного действия, гидролизует до глюконовой кислоты, поддерживая оптимальное значение рН, необходимое для проведения технологических процессов [3].

Ранее было установлено, что рациональная доза внесения ГДЛ при производстве творога составляет 0,20 % (масс.). Продолжительность сквашивания при этом сокращается на 2 часа. Это позволяет оптимизировать работу персонала, использование технологических мощностей, снизить энергозатраты и получить готовый продукт требуемого качества [1].

Было установлено также, что рациональной дозой внесения белкового препарата Nutrilac® QU-7627 является 2-3 % (масс.). При использовании добавки в более высокой дозировке ухудшаются синергетические свойства сгустков, процесс доведения до стандартной массовой доли влаги в продукте осложняется, продукт приобретает мазеобразную консистенцию.

В данной статье рассматривается совместное влияние ГДЛ и белкового препарата Nutrilac® QU-7627.

В качестве объектов для исследования были выбраны образцы обезжиренного творога, полученные с использованием добавки Nutrilac® QU-7627 в дозе 2; 3 % (масс.) и ГДЛ в количестве 0,20 %.

Контрольным служил образец творога обезжиренного, выработанный кислотным способом, без добавления белкового препарата и ГДЛ.

Все образцы вырабатывались по традиционной технологии производства творога с использованием творожной закваски ЛТт. Сквашивание образцов проводили в течение 7,5 часов до титруемой кислотности $80 \pm 5^{\circ}\text{T}$.

В ходе процесса сквашивания проводился контроль титруемой кислотности (рис. 1).

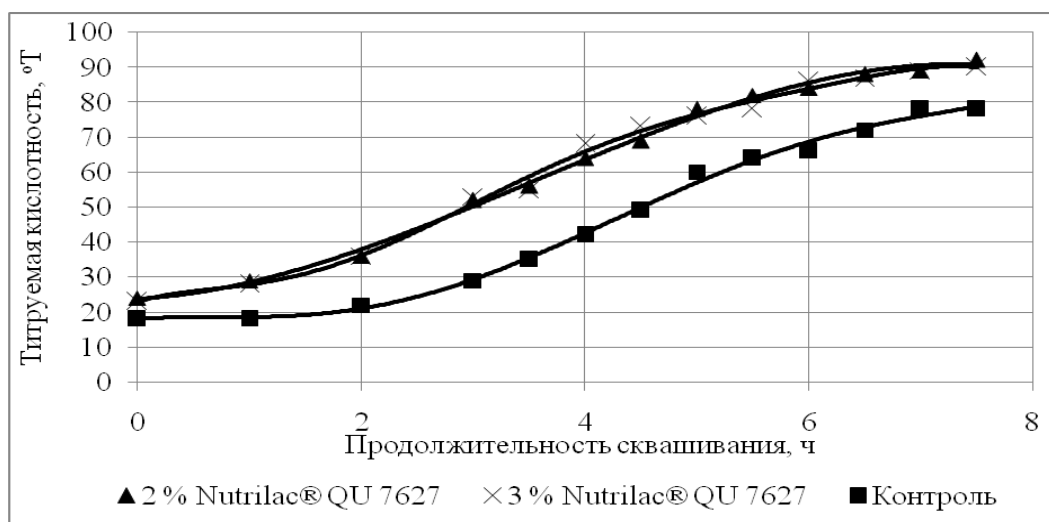


Рис. 1. Изменение титруемой кислотности образцов в процессе сквашивания

Наращение титруемой кислотности опытных образцов проходит более интенсивно по сравнению с контролем. Это обусловлено использованием пищевой добавки ГДЛ в количестве 0,20 % (масс.). Продолжительность сквашивания при этом сокращается на 2,0 часа. Также следует отметить, что увеличение дозы белковых препаратов на динамику кислотонакопления не оказывает влияния.

По окончании процесса сквашивания была проведена обработка сгустка, после чего сгусток переносился на лавсановый фильтр и подвергался самопрессованию, в процессе которого проводился контроль отделения сыворотки через каждые 5 минут в течение 40 минут (рис. 2).

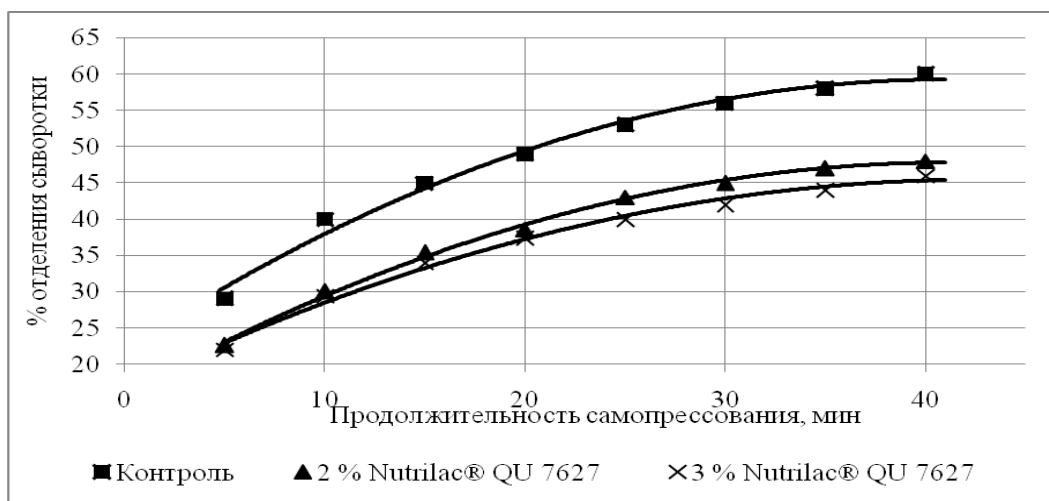


Рис. 2. Отделение сыворотки в процессе самопрессования

Из рис. 2 видно, что синерезис образцов с белковым препаратом Nutrilac® QU-7627 замедлен относительно контроля, причем с увеличением дозы добавки процесс отделения сыворотки ухудшается. Это связано с высокой влагосвязывающей способностью белкового препарата.

После доведения массовой доли влаги в продукте до стандартной образцы творога были оценены по органолептическим, физико-химическим, структурно-механическим показателям.

Согласно органолептической оценке все образцы обладают чистым, кисло-молочным вкусом и запахом, имеют белый, равномерный по всей массе цвет. Установлено, что с увеличением дозы препарата Nutrilac® QU-7627 продукт приобретает более мягкую пастообразную консистенцию.

Кроме того, важно отметить, что использование пищевой добавки ГДЛ в количестве 0,20 % от массы заквашиваемой смеси не ухудшает органолептических свойств готового продукта.

Титруемая кислотность опытных образцов, также как и сыворотки, полученной при их выработке, несколько выше, чем у контроля.

При использовании белкового препарата массовая доля сухих веществ в заквашиваемой смеси повышается с увеличением дозы вносимой добавки.

При использовании белкового препарата Nutrilac® QU-7627 массовая доля сухих веществ в сыворотке увеличивается. Это связано с тем, что процесс доведения массовой доли влаги в продукте до стандартного значения затруднен из-за высокой влагосвязывающей способности добавки, что обуславливает в свою очередь некоторое увеличение потерь сухих веществ с сывороткой. Несмотря на это, применение белкового препарата Nutrilac® QU-7627 в конечном итоге позволяет увеличить выход продукта.

Для образцов готового продукта также была проведена оценка структурно-механических свойств. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Структурно-механические показатели готового продукта			
Образец	Показатели		
	П _η , %	КМС	В _η , %
Контроль	31,6	1,5	50,0
0,2 % ГДЛ + 2 % Nutrilac® QU-7627	27,7	1,3	62,5
0,2 % ГДЛ + 3 % Nutrilac® QU-7627	34,3	1,5	62,9

Полученные данные свидетельствуют о том, что образец, выработанный с добавлением 0,2 % ГДЛ и 2 % Nutrilac® QU-7627, обладает более высокой устойчивостью к механическому воздействию и более выраженными тиксотропными свойствами – коэффициент потерь вязкости и коэффициент механической стабильности ниже, а степень восстановления структуры выше, чем в контрольном образце. Увеличение количества вносимой белковой добавки до 3 % несколько ухудшает структурно-механические показатели, однако, они сопоставимы с показателями контрольного образца.

Для оценки эффективности технологии была рассчитана норма расхода нормализованной смеси на выработку 1 т готового продукта. Результаты расчетов сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Расчет нормы расхода нормализованной смеси на выработку 1 т продукта с использованием белкового препарата Nutrilac® QU-7627 и пищевой добавки ГДЛ

Наименование образца		Количество нормализованной смеси, г	Количество полученного продукта, г	Норма расхода нормализованной смеси, кг/1 т
Контроль		500	80,7	6195,8
Образец с ГДЛ (0,2 %) и белковой добавкой Nutrilac® QU-7627	2 %	500	105,5	4739,3
	3 %	500	117,1	4269,9

На основании расчетов установлено, что использование белкового препарата Nutrilac® QU-7627 значительно сокращает норму расхода нормализованной смеси на выработку 1 т целевого продукта. При введении 2 % добавки норма расхода уменьшается на 30 %; при использовании 3 % препарата - на 45 %. Однако с увеличением массовой доли данной белковой добавки процесс доведения массовой доли влаги в продукте осложняется и продукт приобретает более мягкую, мажущуюся консистенцию.

Таким образом, использование ГДЛ и белкового препарата Nutrilac® QU-7627 является целесообразным. ГДЛ в количестве 0,2 % (масс.) позволяет сократить процесс сквашивания на 2 часа, тем самым снижая потери и повышая производительность оборудования за счет сокращенного цикла выработки партии продукта. Использование белковой добавки Nutrilac® QU-7627 в дозе 2-3 % способствует уменьшению расхода нормы нормализованной смеси на выработку 1 т продукта на 30-45 %.

Список литературы:

1. Забодалова Л.А., Иванова О.В., Новинюк Л.В. Исследование влияния глюконо-дельта-лактона на процесс сквашивания при кислотной коагуляции белков молока [Электронный ресурс]: ЭНЖ «Процессы и аппараты пищевых производств»/ГОУ ВПО «СПбГУНиПТ. Электрон.журнал. Санкт-Петербург: СПбГУНиПТ, 2012, №2» Режим доступа к журн.: <http://www.open-mechanics.com/journals> свободный.
2. Кашеварова И. А. Творожный продукт. Увеличение выхода и сокращение затрат // Переработка молока. 2012, №9. С. 32 – 34.
3. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: энциклопедия. СПб.: ИД «Профессия», 2012. 776с.

УДК 664.8.037.1

**ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ
КЛЕМЕНТИНОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В АЛЖИРЕ****В.С. Колодязная, М.С. Булькран**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

bmohamedsaid@yahoo.ru

Цитрусовые плоды клементины являются гибридом мандарина и горького севильского апельсина. Плоды по форме напоминают мандарин, но более сладкие. Клементины произрастают, в основном, в странах Средиземноморья, в том числе в Алжире [1].

Различают три вида клементинов:

- Корсиканский вид защищён товарным знаком региона, имеет оранжево-красный цвет, душистый, без семян; урожай плодов собирают с ноября по февраль.
- Испанский вид имеет как мелкие, так и крупные плоды, содержащие от 2 до 10 семян;
- Монреальский вид очень редкий, созревает в середине октября, плод содержит от 10 до 12 семян.

Основными сортами плодов клементинов, выращиваемых в Алжире, являются: Rosamora, Merme, Cheylard, St Martin, Cadoux [2].

Химический состав и пищевая ценность плодов существенно зависит от сорта, степени зрелости и почвенно-климатических условий произрастания. В плодах содержится около 90% воды, большая часть ее находится в свободном состоянии, меньшая в связанном.

Органические кислоты являются важным источником кислого вкуса плодов и кроме того, представляют собой источник энергии в клетках растений. В плодах содержатся около 20 органических кислот, но основными из них являются лимонная и яблочная, которые находятся в клеточном соке в свободном виде или в виде солей, сложных эфиров или гликозидов. Лимонная кислота является основной кислотой эндокарпия всех цитрусовых плоды, кроме сладкого лимона и нектарного апельсина. В кожуре содержатся меньше кислот, чем в мякоти. Основными кислотами кожуры цитрусовых являются щавелевая, малоновая и некоторое количество лимонной. Вместе они дают 30-50 процентов всех имеющихся анионов [3]. L-хинная кислота была обнаружена в кожуре и мякоти различных цитрусовых, в том числе, клементинов [4].

Углеводы плодов представлены в основном моно- и дисахаридами (сахароза, глюкоза и фруктоза) и полисахаридами (целлюлоза, гемицеллюлоза и пектиновые вещества). Полисахариды представляют собой нерастворимые волокна в тканях цитрусовых. Поскольку эти пищевые волокна имеют хорошую влагоудерживающую способность, они играют важную роль в рационе питания человека, предотвращая нарушение пищеварения. Содержание белков и жиров незначительно и изменяется в интервале от 0.64-1.23 и 0.15-0.31 соответственно.

Минеральных веществ в различных сортах клементинов содержится от 0,2 до 6,0% (табл.1). Основными макроэлементами являются калий, натрий, магний, фосфор, железо; из микроэлементов встречаются медь, цинк, йод, марганец и др.

Таблица 1

Содержание минеральных элементов в различных сортах клементинов (мг/100г)

Сорта	Na	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Cu	Zn
Rosamora	1.38	5.16	0.60	0.26	1.92	0.05	0.01	0.37
Merme	3.43	5.22	0.66	0.42	2.43	0.34	0.01	0.32
Cheylard	2.46	5.08	1.69	0.30	2.01	0.34	0.00	0.22
St Martin	3.43	5.31	0.78	1.46	2.77	0.53	0.01	0.63
Cadoux	3.21	6.00	0.52	0.28	2.64	0.45	0.03	0.19
Monreal	3.05	5.43	1.63	0.29	2.60	0.47	0.03	0.31

В плодах клементинов содержатся терпеноиды, которые являются нерастворимыми в воде циклическими соединениями, сходными по химическому составу с липидами.

Основным вкладом цитрусовых в рацион питания человека является то, что они представляют собой источник витаминов, особенно аскорбиновой кислоты (витамина С). Содержание аскорбиновой кислоты в различных сортах клементинов изменяется в пределах от 47,97 до 66,35 мг/100г (табл.2). Эти сорта также являются важным источником витаминов группы В (В1, В2, В3, В4, В5, В6, В9) и провитамина А, предшественниками которого являются каротиноиды (α -и β -каротин) кроме каротиноидов важными соединениями являются фитогормоны, такие как гибберелловая кислота и абсцизовая кислоты и цитокинины.

Таблица 2

Содержание аскорбиновой кислоты в различных сортах клементинов

Сорта	Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100г
Rocamora	63.80
Merme	65.84
Cheylard	60.43
St Martin	47.97
Cadoux	55.12
Monreal	65.33

Таким образом, на основании сравнительного анализа химического состава различных сортов клементинов установлено, что высокой пищевой и биологической ценностью отличаются сорта Merme и Monreal, низкой – St Martin.

Список литературы:

1. Ladaniya.M.S., Citrus fruits biology, technology and evaluation –London : из-во Elsevier Inc., 2008, p. 13-63.
2. Boudries.H., Pulp antioxidant activities, mineral contents and juice nutritional properties of Algerian Clementine Cultivars and Mandarin., African Journal of Biotechnology Vol. 11(18), 1 March, 2012, p. 4258 – 4267.
3. Clements, R.L., Organic acids in citrus fruits. I. Varietal differences. *J. Fd. Sci.* 29, 1964., p. 278 – 280.
4. Ting, S.V., and Deszyck, E.J. 1959., Isolation of L-quinic acid in citrus. *Nature.* 183, p. 1404 – 1405.

УДК664.8.037.1

ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ СТОЛОВЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА ПРИ ХОЛОДИЛЬНОМ ХРАНЕНИИ**В.С. Колодязная, Ш.М. Коидов**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

В Таджикистане выращиваются различные сорта винограда, значительную долю из которых составляют столовые. Наиболее распространены сорта: Тайфи белый и розовый, Мускаты белый и красный, Кишмиш черный и белый, Нимранг, Кардинал и другие. Большинство столовых сортов не пригодны для длительного хранения в охлажденном состоянии, так как поражаются психрофильными микроорганизмами. Основными возбудителями инфекционных заболеваний столовых сортов винограда являются грибы: *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum*, *Phomopsis viticola*, *Aspergillus niger* и др. Очень часто эти фитопатогены приводят к значительным потерям сохраняемого винограда. Для снижения потерь плодов от микробиальной порчи наряду с искусственным холодом используют различные физико-химические и биологические средства защиты [1].

Широкое распространение в последнее время получила технология хранения с ультранизким содержанием кислорода ULO (Ultra Low Oxygen). Установлено, что при низко-кислородном хранении (содержание кислорода в камере менее 1 – 1,5%, содержание диоксида углерода 0-2%) лучше сохраняются консистенция, свежесть, вкус плодов, снижается или полностью устраняется вероятность поражения загаром.

Для некоторых плодов с успехом применяется традиционная технология (Traditional Controlled Atmosphere) с содержанием кислорода 3 – 4%, диоксида углерода 3 – 5%.

Существует также технология шоковой обработки диоксидом углерода (CO_2 shocktreatment), когда перед началом хранения плоды подвергаются в течение определенного времени воздействию атмосферы с повышенным (до 30%) содержанием диоксида углерода. Такая обработка способствует задержке созревания, сохраняет свежесть, замедляет процессы гниения, уменьшает образование загара.

Хранение в регулируемой атмосфере является технологией, которая позволяет значительно увеличить продолжительность хранения продукции и сохранить ее качество за счет низкого содержания кислорода и повышенной концентрации диоксида углерода.

Снижение содержания кислорода при хранении винограда: снижает интенсивность дыхания, скорость окислительно-восстановительных реакций, замедляет образование этилена и созревание, увеличивает продолжительность хранения, задерживает распад хлорофилла и гидролиз пектиновых веществ, сохраняет структуру тканей, замедляет развитие физиологических заболеваний.

Повышенное содержание диоксида углерода: замедляет скорость синтетических реакций в климактерический период и синтез этилена, задерживает начало созревания, снижает активность оксидоредуктаз и образование некоторых органических летучих соединений, изменяет процесс метаболизма органических кислот, уменьшает скорость гидролиза пектиновых веществ, задерживает распад хлорофилла и развитие физиологических и инфекционных заболеваний.

Для создания модифицированных газовых сред используются различные полимерные материалы, обладающие различной газопроницаемостью по отношению к кислороду, диоксиду углерода и азоту. Тип полимерных материалов и концентрация газовых сред оказывают различное влияние на поражаемость плодов основными возбудителями инфекционных заболеваний.

Цель исследования – изучить влияние температуры и типа трековых мембран на фитопатологические заболевания столовых сортов винограда, выращиваемых в Таджикистане, при холодильном хранении.

Объектами исследования выбраны: виноград сортов Тайфи белый и розовый и трековые мембраны.

Трековые мембраны разработаны в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе и Научно-исследовательском институте синтетического каучука.

Характеристика мембраны: диаметр пор – 0,2 мкм, плотность пор – 1,7 см⁻² пористость объемная – (5–6)%, материал мембраны – полиэтилентерефталат (ПЭТФ) или «лавсан», толщина мембраны – 10 мкм, селективность размерная (90-99) %.

Композиционные мембраны, состоящие из подложки на основе трековых мембран (ТМ) из полиэтилентерефталата и селективного слоя на основе кремнеорганического блоксополимера; диаметр пор – 0,6 мкм.

М1 – 5% раствор блоксополимера в толуоле,

М2 – 2,2 % раствор блоксополимера в толуоле,

М3 – 1% раствор блоксополимера в толуоле.

Площадь мембран варьировали в интервале от 0,2 до 0,8 см². Виноград хранили при температуре 4±1 °С. В процессе хранения проводили фитопатологический анализ. Установлено, что при хранении винограда исследуемых сортов лаг-фаза развития основных возбудителей инфекционных заболеваний увеличивается относительно контроля в 1,6 – 2,1 раза в зависимости от типа и площади мембран. Максимальные значения лаг-фазы характерны для исследуемых сортов, хранившихся с применением трековых мембран М2 и М3 площадью 0,6 см²/кг [2].

В настоящее время обсуждаются три механизма, которые приводят к появлению на кинетической кривой роста популяции периода индукции, в течение которого не происходит увеличения клеток или существенного образования продуктов реакции. Период индукции (лаг-фаза) может отражать:

- неспецифическую, неферментативную трансформацию исходного субстрата в продукт, приемлемый для дальнейшего метаболизма клеточной популяции;

- адаптационные процессы в клетке;

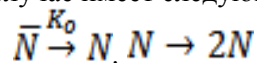
- присутствие в субстрате ингибитора роста, блокирующего развитие микроорганизмов.

Полагаем, что в контрольных вариантах период индукции может быть связан с адаптационными процессами в микробиальной клетке, сопровождающимися синтезом необходимого фермента или ферментной системы.

Адаптационный механизм периода индукции культуры предполагает, что популяция введенных в систему клеток будет состоять из двух видов:

$$M = N + \bar{N} \quad (1)$$

Полная кинетическая схема в этом случае имеет следующий вид:



где \bar{N} – число клеток, неспособных усваивать субстрат и вступать в процесс деления из-за отсутствия необходимой ферментной системы (не адаптированные клетки);

N – число клеток, образовавшихся в результате адаптационного процесса и способных к автокаталитическому росту (адаптированные клетки).;

K_0 – константа скорости адаптационного процесса.

Представим систему уравнений, описывающих кинетику роста популяции, в следующем виде:

$$\frac{d\bar{N}}{d\tau} = K_0 \bar{N}; \quad (2)$$

$$\frac{dN}{d\tau} = K_0 \bar{N} + \mu N \quad (3)$$

$$\text{При начальной концентрации клеток } N_0: \bar{N} = N_0 \exp(-K_0 \tau) \quad (4)$$

тогда:

$$\frac{dN}{d\tau} - \mu N = K_0 N_0 \exp(-K_0 \tau) \quad (5)$$

$$M = \frac{K_0 N_0}{K_0 + \mu} \exp(\mu \tau) + \frac{N_0 \mu}{K_0 + \mu} \exp(-K_0 \tau) \quad (6)$$

Из уравнения $\frac{dN}{d\tau} = K_0 \bar{N} + \mu N$ следует, что при $\tau = 0$, $M = N_0$, при больших значениях τ данное уравнение преобразуется в обычное уравнение экспоненциального роста.

Представим уравнение $M = \frac{K_0 N_0}{K_0 + \mu} \exp(\mu\tau) + \frac{N_0 \mu}{K_0 + \mu} \exp(-K_0\tau)$ в форме, удобной для анализа в полупологарифмических координатах:

$$\ln \frac{M}{N_0} = \mu\tau + \ln \left\{ \frac{K_0}{K_0 + \mu} \left[1 + \frac{\mu}{K_0} \exp[-(K_0 + \mu)\tau] \right] \right\} \quad (7)$$

Данная зависимость при больших значениях τ может быть представлена в виде линейной функции:

$$\ln \frac{M}{N_0} = \mu\tau + \ln \frac{K_0}{K_0 + \mu} \quad (8)$$

Удельная скорость роста клеток μ равна тангенсу угла наклона полученной зависимости для контрольного варианта отрезок, отсекаемый прямой на оси τ (лаг – фаза), имеет следующий вид:

$$\tau_{л} = \frac{1}{\mu_m} \ln \left(1 + \frac{\mu_m}{K_0} \right) \quad (9)$$

где μ_m – максимальная удельная скорость роста клеток.

Таким образом, в случае адаптационного процесса, характерного для контрольного варианта, лаг-фаза не зависит от концентрации субстрата и определяется свойствами популяции (4).

При рассмотрении механизма появления лаг-фазы в процессе роста исследуемых клеточных культур при хранении винограда с применением трековых мембран предполагаем, что при пониженных концентрациях кислорода (1-2%) и повышенных диоксида углерода (3-5%) снижается активность оксидоредуктаз, в частности, пероксидаз, каталазы, цитохром-оксидаз и дегидрогеназы, что нарушает дыхание микроорганизмов и, как следствие, замедляет их рост.

Список литературы:

1. Диментьева М.И, Выгонский М.И. Болезни плодов, овощей и картофеля при хранения. М.: ВО. Агропромиздат. 1988. 231с.
2. Седова А.Л., Основская А.В. Кинетика изменения содержания аскорбиновой кислоты и органических кислот при хранении яблок с применением трековых мембран в охлажденном состоянии. Сборник трудов молодых ученых. СПб: НИУИТМО. С.77 – 81.
3. Колодязная В.С и др. Факторы повышения качество плодов при холодильном хранении. // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. СПб 2013, №1. С 91 – 94.

УДК 637.146

ВЫБОР ЗАКВАСОЧНЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА СО СНИЖЕННОЙ АЛЛЕРГЕННОСТЬЮ***Р.П. Коржов¹, И.В. Рожкова², В.Д. Харитонов², Е.И. Мельникова¹**

1 – Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

2 – ГНУ НВИМИ Россельхозакадемии, г. Москва, Россия

melnikova@molvest.ru

Применение молочной сыворотки в производстве функциональных молочных продуктов с каждым годом увеличивается, что обусловлено ценным белковым составом этого сырья, быстрыми темпами развития технологического оборудования и необходимостью экологизации производства молочных продуктов [1].

Однако, широкое применение молочной сыворотки в технологии продуктов питания сдерживается рядом причин, одна из которых – высокое содержание β -лактоглобулина (около 50 % всех сывороточных белков), являющегося известным аллергеном [2].

Для снижения аллергенности молочных продуктов с высоким содержанием сывороточных белков нами предложено проводить их биокаталитическую конверсию [3].

Предварительно сыворотку концентрировали на ультрафильтрационной установке до массовой доли сухих веществ 10,7 % и содержания белка 2,64 %. Далее проводили биоконверсию сывороточных белков в присутствии ферментных препаратов Alcalase и Protamex.

Полученный гидролизат УФ-концентрата молочной сыворотки содержит свыше 70% белков с молекулярной массой не более 10 кДа и характеризуется остаточной антигенностью не более 0,1 (содержание аллергенных белков понижено не менее чем в 10 раз).

Для реализации ценного состава и свойств гидролизата с учетом его высокой пребиотической активности предложена ассортиментная группа кисломолочных продуктов (кефир и йогурт).

В соответствии с Федеральным законом № 88 (в ред. ФЗ № 163), кефир – кисломолочный продукт, произведенный путем смешанного (молочнокислого и спиртового) брожения с использованием закваски, приготовленной на кефирных грибах, без добавления чистых культур молочнокислых микроорганизмов и дрожжей.

Обоснован выбор 6 видов заквасок с различным составом для получения кефира со сниженной аллергенностью (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав исследуемых заквасок	
Наименование закваски	Заквасочные микроорганизмы
АТС	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>
АТС + <i>L.rhamnosus</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i>
АТС + пропионовокислые бактерии	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>Shermanii</i>
Грибковая закваска	<i>Lactococcus</i> spp., <i>Lactobacillus</i> spp., Yeast, <i>Acetobacter aceti</i>
Грибковая закваска + пропионовокислые бактерии	<i>Lactococcus</i> spp., <i>Lactobacillus</i> spp., Yeast, <i>Acetobacter aceti</i> , <i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>Shermanii</i>
Тон	<i>Lactococcus lactis</i> biovar <i>diacetylactis</i> , <i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>Shermanii</i> , <i>Acetobacter aceti</i>

* работа выполнена в рамках исполнения Государственного контракта № 12.527.11.0008 от 04.06.2012 по теме: «Разработка технологии получения гипоаллергенных функциональных молочных продуктов» по федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 гг.»

Изучена кислотообразующая активность различных видов заквасочных культур при сквашивании нормализованной смеси с гидролизатом молочных белков (м.д. белка – 3,0%, м.д. жира – 3,2%) (рис. 1).

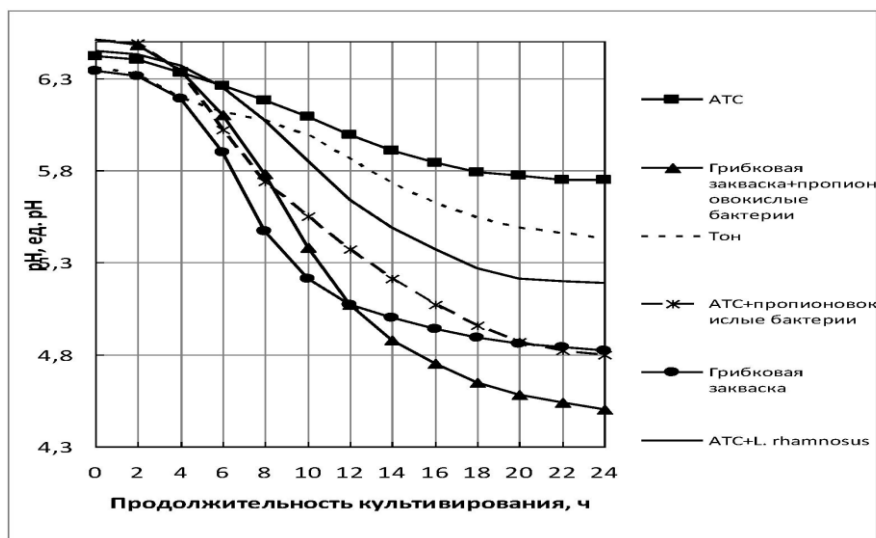


Рис. 1 Изменение активной кислотности при сквашивании нормализованной смеси с гидролизатом молочных белков заквасочными культурами различного видового состава

Динамика изменения активной кислотности свидетельствует, что в нормализованной молочной смеси лучше развиваются микроорганизмы двух заквасочных культур:

- грибковой закваски;
- грибковой закваски с пропионовокислыми бактериями.

Результаты органолептических показателей сквашенных образцов приведены в табл. 2

Таблица 2

Органолептическая оценка сквашенных образцов

№	Наименование закваски	Органолептическая характеристика образцов		
		Вкус и запах	Внешний вид и консистенция	Цвет
1	АТС	Чистый, сладковатый, без горечи. Без посторонних привкусов и запахов	Однородная, с незначительным осадком, обусловленным внесенной закваской	Желтоватый оттенок
2	АТС + L.rhamnosus	Чистый, слабокислый, без горечи. Без посторонних привкусов и запахов	Однородная, с незначительным осадком, обусловленным внесенной закваской	Желтоватый оттенок
3	АТС + пропионовокислые бактерии	Чистый, слабокислый, без горечи. Без посторонних привкусов и запахов	Однородная, с незначительным осадком, обусловленным внесенной закваской	Желтоватый оттенок
4	Грибковая закваска	Чистый, слабокислый, без горечи. Без посторонних привкусов и запахов	Однородная, с незначительным осадком, обусловленным внесенной закваской	Желтоватый оттенок
5	Грибковая закваска + пропионовокислые бактерии	Чистый, кисло-сладкий, без горечи. Без посторонних привкусов и запахов	Однородная, с незначительным осадком, обусловленным внесенной закваской	Желтоватый оттенок
6	Тон	Не выраженный вкус, слабокислый, без горечи. Без посторонних привкусов и запахов	Однородная, с незначительным осадком, обусловленным внесенной закваской	Желтоватый оттенок

Содержание молочнокислых микроорганизмов в сквашенных образцах соответствует требованиям Федерального закона (молочнокислых микроорганизмов не менее 1×10^7 , пробиотических микроорганизмов не менее 1×10^6 , дрожжей на конец срока годности не менее 1×10^4) [4].

Следует отметить, что бакконцентрат, состоящий из кефирных грибков и пропионовокислых бактерий, усиливает антиаллергенные свойства кефира. Продукты пропионовокислого брожения разлагают (дезаминируют) аминокислоты, стимулируют рост бифидофлоры, синтезируют широкий спектр антибактериальных компонентов, активных в отношении энтеробактерий, гнилостных бактерий, а также грибов.

Одним из основных продуктов жизнедеятельности пропионовокислых бактерий является пропионовая кислота, которая совместно с пропионатами и пропиоцинами подавляет рост патогенных микроорганизмов.

Полученные результаты послужили основой для разработки ТУ 9222-040-00419785-04 «Кисломолочный продукт «Биокефир»» со сниженной аллергенностью молочного белка в 10 раз.

Список литературы:

1. Пономарев, А.Н. Применение молочной сыворотки в функциональном питании [Текст]: Монография / А.Н. Пономарев, Е.И. Мельникова, Е.В. Богданова. Воронеж.: 2013. 180 с.
2. Симоненко, С.В. Научно-практические аспекты в детском питании [Текст] / С.В. Симоненко, Т.А. Антипова, Б.М. Мануйлов // Пищевая промышленности. 2010. № 2. С. 8 – 9.
3. Круглик, В.И. Теоретическое обоснование и практическая реализация технологий гидролизатов молочных белков и специализированных продуктов с их использованием [Текст]: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.18.04. М.: 2008.
4. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию».

УДК 641:664.85

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЫСТРОРАСТВОРИМЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ

А.Г. Кожура, С.Н. Кравченко

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, г. Кемерово, Россия

k-sn@yandex.ru

На современном этапе в условиях рыночной экономики актуальной является проблема наиболее рационального использования природного потенциала регионов для удовлетворения различных групп населения в продуктах питания [1].

В России, как и в других странах, отмечается устойчивая тенденция повышения интереса к потреблению пищевых продуктов с использованием культивируемого и дикорастущего растительного сырья.

Темп современной жизни ставит многих людей в условия постоянного дефицита времени. Немаловажное значение в этой ситуации имеют сухие быстрорастворимые продукты, содержащие физиологически активные компоненты. Такие продукты длительное время сохраняют полезные свойства исходного сырья, не требуют особых условий хранения и специальных способов приготовления [2].

Учитывая значительные запасы в Сибирском Федеральном округе плодово-ягодного сырья содержащего широкий спектр биологически активных веществ, целесообразно получать из него экстракты, впоследствии не только являющиеся функциональными (например, обладающими антиоксидантными свойствами) ингредиентами при производстве быстрорастворимой продукции, но и повышающие ее пищевую ценность в целом.

Таким образом, в условиях дефицита необходимых для здоровья пищевых веществ разработка рецептур и эффективных технологий продуктов функционального назначения представляет актуальную проблему.

Проектирование рецептур осуществлялось исходя из определения рациональных соотношений основных компонентов, входящих в состав быстрорастворимых гранулированных продуктов и обуславливающих их органолептические показатели. Рецептурный состав продуктов подбирался с учетом содержания в сырье биологически активных веществ.

В процессе разработки рецептур быстрорастворимых продуктов в качестве основного сырья использовались: концентраты на основе плодово-ягодных экстрактов из высушенных ягод и/или выжимок, мука овсяная, молочная сыворотка (творожная и/или подсырная), крахмал картофельный, порошок из клубней топинамбура, шрот ягод или выжимок, которые обладают высокой пищевой ценностью и благотворным влиянием на организм человека.

Выбор в качестве одних из основных компонентов муки овсяной, молочной сыворотки и топинамбура не случаен. Так, мука овсяная – практически единственная злаковая мука, содержащая кремний, играющий важную роль в процессах обмена веществ в организме. Имеет в своем составе уникальный углевод β -глюкан, повышающий неспецифический и специфический иммунитет, снижающий холестерин в крови и слизи [3].

Использование молочной сыворотки в производстве быстрорастворимых продуктов позволяет ликвидировать дефицит недостающих веществ в организме человека и повысить биологическую ценность продукции данной группы, поскольку в ней содержатся все незаменимые аминокислоты и их соотношение близко к стандартной формуле ФАО/ВОЗ. Лишь в незначительном дефиците присутствуют метионин и валин. Остальные незаменимые аминокислоты, такие как лизин и лейцин, содержатся в количествах, превышающих их содержание в стандартном белке. Также необходимо отметить, что основным компонентом в составе сухих веществ молочной сыворотки является лактоза, составляющая более 70 % и положительно влияющая на нормализацию жизнедеятельности полезной кишечной микрофлоры [4, 5].

Благодаря уникальному химическому составу порошок из клубней топинамбура в первую очередь привлекает значительным содержанием углеводов. Поскольку топинамбур является фрук-

тоолигосахаридом, то включение его в рецептуры быстрорастворимых продуктов в совокупности с концентрированными экстрактами позволит насытить и придать им неподражаемый вкус.

Использование в рецептурах быстрорастворимых продуктов, натурального низкокалорийного сахарозаменителя на основе экстракта стевии и фруктоолигосахаридов дает основание идентифицировать их как продукты с пониженным гликемическим индексом.

Результаты проведенного исследования позволили обосновать и разработать технологию комплексной переработки плодово-ягодного сырья и организовать на его основе безотходное производство функциональных быстрорастворимых гранулированных продуктов (завтраков, напитков и соусов). Технологическая схема включает следующие стадии: подготовку плодово-ягодного сырья; сушку ягод и выжимок; экстракцию высушенного сырья; концентрирование экстрактов; гранулирование продукта; сушку гранулята; классификацию. Основными стадиями, играющими ведущую роль в формировании качества готового продукта, являются экстрагирование, выпаривание, формирование и сушка гранул. Именно на этих стадиях формируются основные параметры качества быстрорастворимых гранулированных продуктов.

Экстрагирование высушенного плодово-ягодного сырья (ягод или выжимок) осуществляли в аппарате для диспергирования и экстрагирования при рациональных параметрах процесса: гидромодуль – 1:8; температура – 50°C. Применение данного аппарата позволяет интенсифицировать и увеличить глубину экстракции плодово-ягодного сырья за счет более эффективного воздействия на его клеточную структуру. В результате повышается выход экстрактивных веществ с сохраненной физиологической ценностью. Также отпадает необходимость в предварительном измельчении экстрагируемого сырья, что позволяет сократить одну технологическую операцию. В качестве экстрагентов использовали: ультрафильтрат творожной сыворотки; воду, этанол или их растворы в разных концентрациях. Использование таких экстрагентов позволяет варьировать спектр извлекаемых веществ или делить экстрактивные вещества на фракции. При этом можно получать экстракты не только разной физиологической активности, но и совершенно другого типа действия [2].

Концентрирование экстрактов осуществляли на вакуумном роторно-пленочном испарителе до содержания 55 – 60 % сухих веществ при 48 – 50 °С, что обеспечивало сохранность термолabileного витамина С в плодово-ягодных концентратах не менее чем на 92 %.

Гранулирование сухих и жидких ингредиентов, входящих в состав рецептур быстрорастворимых продуктов проводилось в тарельчатом грануляторе с 70–80 % от оптимального содержания жидкой фазы, в который для обеспечения однородности гранул, а также для увеличения производительности за счет более интенсивного зародышеобразования введен активатор. Процесс гранулирования осуществлялся по «полумокрому» способу. Доувлажнение смеси обеспечивалось непосредственно в грануляторе в ходе ведения процесса распылением недостающего количества связующего. При таком способе окатывания смачивание не оказывает решающего значения на скорость формирования гранул, при этом отсутствует пылеобразование, и сам процесс агломерирования относительно легко поддается регулированию, а также обеспечиваются необходимые структурно-механические показатели (прочность, пористость, насыпная плотность, сыпучесть и др.) продуктов.

Сушка гранул осуществлялась конвективным способом при температуре 50–55°C до влажности 5–9 % в зависимости от состава (влажность продуктов на фруктозе – 5–6%, продуктов на сахаре – 8–9 %).

Преимуществом разработанной технологии являются мягкие температурные режимы и отсутствие других воздействий, оказывающих деструктивное влияние на биологически активные комплексы, содержащиеся в плодово-ягодном, молочном и другом сырье, в процессе его переработки с целью получения продуктов функционального назначения.

Изучена пищевая ценность разработанных быстрорастворимых гранулированных продуктов. Массовая доля (%) в продуктах составила: влаги – 5,6–8,5; белка – 1,5–6,1; жира – 0,1–1,1; титруемых кислот (в пересчете на яблочную) – 0,7–2,3; пектиновых веществ – 1,1–2,1 и золы – 1,22–1,85. Исходя из пищевой ценности разработанных продуктов, расчетная пищевая и энергетическая ценность (100 г сухого гранулята) – 310,4–326,4 ккал.

Определено содержание биологически активных веществ в быстрорастворимых продуктах, мг/100 г: витамина Е – 0,02 – 8,27; витамина В₁ – 0,07–1,48; витамина В₂ – 0,28–2,47; витамина С – 21,5–122,5; β-каротина – 0,04 – 0,77; биофлавоноидов (по рутину) – 806,9–1528,5; дубильных веществ – 0,20–0,92 г/100 г.

Исследование антиокислительных свойств разработанных быстрорастворимых продуктов на модельной реакции инициирования окисления кумола показало, что они являются типичными акцепторами пероксидных радикалов, они тормозят скорость окисления кумола, а многие из них имеют ярко выраженный период индукции. Содержание антиоксидантов в них составило 0,173–0,347 моль/кг.

На основании проведенного исследования установлены регламентируемые показатели качества, разработаны и утверждены комплекты технической документации, включающие технические условия и технологические инструкции на сухие быстрорастворимые гранулированные продукты (62 разновидности).

Таким образом, проведенные комплексные исследования показали, что разработанные быстрорастворимые гранулированные продукты на основе плодово-ягодного сырья по составу, свойствам, пищевой, в том числе физиологической, ценности и антиоксидантным свойствам отвечают требованиям, предъявляемым к продуктам функционального назначения.

Список литературы:

1. Попов, А. М. Плодово-овощное сырье в производстве быстрорастворимых гранулированных напитков / А. М. Попов, И.К. Куприна, С. Н. Кравченко, М. А. Постолова, Г. С. Драпкина // Пиво и напитки, 2005. № 4. С. 32 – 34.
2. Кравченко, С. Н. Научное обоснование разработки технологических потоков и оценки качества быстрорастворимых гранулированных продуктов: дисс. д-ра техн. наук: 05.18.15 и 05.18.12. Кемерово, 2011. 332 с.
3. Ветрова, Н. Т. Разработка технологии и совершенствование процессов производства быстрорастворимого гранулированного завтрака на основе молочной сыворотки и экстракта аронии черноплодной: дисс. канд. техн. наук: 05.18.04. Кемерово, 2007. 113 с.
4. Рациональная переработка молочной сыворотки / А. Г. Храмцов [и др.] // Молочная промышленность. 1996. № 4. С. 10 – 12.
5. Храмцов, А. Г. Вторичные сырьевые ресурсы молочной промышленности и пути их рационального использования в условиях рыночной экономики / А. Г. Храмцов // Известия вузов. Пищевая технология. 1999. № 5 – 6. С. 14 – 17.

УДК 637.146.3

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ШТАММОВ АЦИДОФИЛЬНОЙ ПАЛОЧКИ ПРИ ФЕРМЕНТАЦИИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Л.В. Красникова, В.В. Маркелова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

krasnikoval@yandex.ru, veronika_diana@mail.ru

В современных условиях жизни пробиотики служат необходимым инструментом защиты человека от дисбактериозов желудочно-кишечного тракта, возникающих как следствие нерациональной антибиотикотерапии, перенесенных кишечных заболеваний, стрессов, неправильного питания, длительного применения противовоспалительных препаратов [2].

В последние десятилетия в различных странах мира ацидофильные лактобациллы вводят как в монокультуре, так и в комплексе с различными видами бифидобактерий, в состав фармакопейных биопрепаратов, пищевых добавок и кисломолочных продуктов лечебно-профилактического назначения.

Представители вида *Lactobacillus acidophilus* характеризуются облигатно-гомоферментативным типом лактоферментации и продуцируют DL-молочную кислоту – соединение, физиологичное для организма человека. Экзогенная молочная кислота, поступающая с кисломолочными продуктами, легко ассимилируется организмом и, снижая pH кишечника, угнетает рост патогенных микроорганизмов.

Антагонизм некоторых штаммов *L. acidophilus* к патогенным и оппортунистическим микроорганизмам обусловлен не только продукцией молочной кислоты и других неспецифических антимикробных метаболитов (перекиси водорода, лизоцима), но и синтезом специфических антимикробных веществ (бактериоцинов) [3,4].

Высокая антагонистическая активность штаммов ацидофильной палочки, способность разрушать токсичные метаболиты, продуцировать аминокислоты, летучие жирные кислоты и синтезировать витамины свидетельствуют о целесообразности использования этих микроорганизмов в производстве продуктов с лечебно-профилактическими свойствами. Ценность пробиотических продуктов состоит в том, что они обладают определенными потребительскими свойствами, содержат высокий уровень жизнеспособных клеток полезной микрофлоры - не менее $1 \cdot 10^7$ КОЕ/г лактобактерий, а также продукты их метаболизма. Именно совокупность клеток-культур пробиотиков и продуктов их жизнедеятельности оказывает наибольший оздоровительный эффект на организм человека.

В кластере *L. acidophilus* также встречаются штаммы, продуцирующие экзополисахариды (ЭПС), что нередко используют в производстве для улучшения качества и реологических свойств ферментированных молочных продуктов (например, при производстве скандинавского вязкого йогурта «Viili», низкожирных сортов сыра «Моцарелла», сметаны, йогурта и других продуктов). Такие ЭПС могут быть использованы как в качестве натуральных биоагустителей, выступать в роли факторов адгезии полезных микроорганизмов на стенках кишечника [1].

Целью настоящей работы явилось исследование биотехнологического потенциала вязких и невязких штаммов *L. acidophilus* 3e, 5e; 7 m₁₃; H; H₃; 22 n₂; 20T; 42₂ при ферментации молочной сыворотки для их дальнейшего использования в производстве пробиотических продуктов из сыворотки.

Исходя из цели, были поставлены следующие задачи:

- 1) оценить метаболическую активность штаммов по таким показателям как расход лактозы и прирост молочной кислоты;
- 2) исследовать протеолитическую активность (ПА) штаммов при развитии в молоке и молочной сыворотке;
- 3) количественно охарактеризовать способность вязких штаммов *L. acidophilus* 3e, 5e; 7 m₁₃ и H синтезировать ЭПС при развитии в молочной сыворотке.

На первом этапе исследования сравнивали метаболическую активность штаммов *L. acidophilus* по эффективности сбраживания лактозы и продукции молочной кислоты (рис.1). Ферментацию проводили в течение 6 ч при $37 \pm 1^\circ\text{C}$, используя в качестве среды творожную сыворотку. Предварительно сыворотку подвергали термической обработке ($t = 86^\circ\text{C}$ с выдержкой 30 с) и доводили рН до значения 6,1-6,3 с помощью бикарбоната натрия.

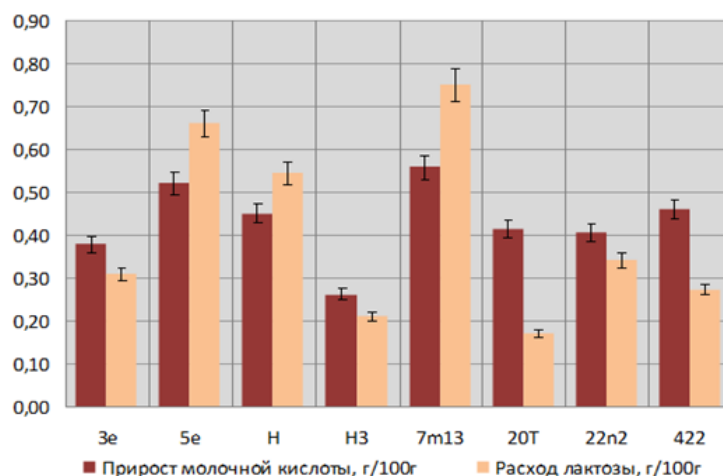


Рис. 1 Оценка эффективности сбраживания лактозы и продукции молочной кислоты штаммами *L. acidophilus* после 6 ч культивирования в молочной сыворотке

Как видно из рис.1, штаммы существенно различались по потреблению лактозы, которое составляло от 0,17 до 0,75 г на 100 г сыворотки. В целом, наиболее выраженной β -галактозидазной активностью обладали штаммы *L. acidophilus* 7m₁₃, H и 5e. Также отмечено, что потребление лактозы вязкими штаммами *L. acidophilus* 7m₁₃, H и 5e превосходит количество образующейся в ходе ферментации молочной кислоты, что обусловлено конверсией части производных лактозы в экзополисахариды.

Интерес к ПА штаммов *L. acidophilus* обусловлен важностью быстрого роста в молоке стартерных культур, а также способностью к выживанию в составе готового продукта при холодильном хранении. ПА штаммов *L. acidophilus* при ферментации молока и сыворотки исследовали методом казеиновой преципитации [5]. Результаты исследований представлены на рис. 2.

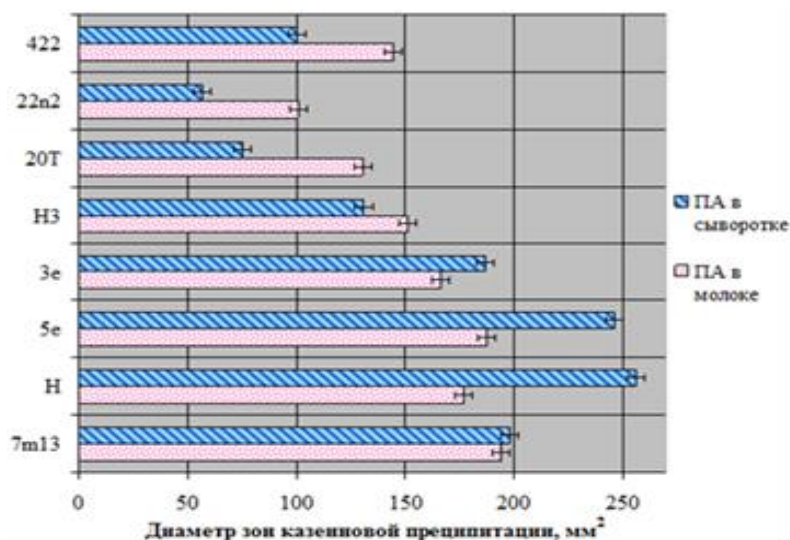


Рис.2 Протеолитическая активность штаммов *L. acidophilus* при культивировании в молоке и сыворотке

Анализ данных, представленных на рис. 2, показывает, что ПА вязких штаммов *L. acidophilus* 3e, 5e и H более выражена при развитии в сыворотке, чем в молоке. Отмечено, что для штамма *L. acidophilus* 7m₁₃ среда культивирования не оказывает существенного влияния на вели-

чину ПА, разброс значений находится в пределах ошибки. При этом рассматриваемые штаммы можно расположить в порядке убывания их ПА следующим образом $H > 5e > 3e > 7m_{13}$. ПА вязких штаммов ацидофильной палочки *L. acidophilus* H₃, 22n₂, 20 T, 42₂ при развитии в молоке существенно выше, чем при культивировании в молочной сыворотке, что вероятно связано с их неприспособленностью к развитию в условиях дефицита ростовых факторов (витаминов группы В) и слабо развитой системой протеолитических ферментов.

Количество ЭПС, выделяемое вязкими штаммами *L. acidophilus*, определяли согласно методике, предложенной Gancel, Novel (1994). Данная методика предполагает осаждение ЭПС спиртом и включает дополнительные операции – на начальной стадии: нагрев с целью инактивации ферментов, ответственных за разрушение вновь образующихся ЭПС; на завершающей стадии – диализ против бидистиллированной воды в течение 48 часов со сменой воды 2-4 раза в сутки с целью очистки выделенных ЭПС от низкомолекулярных примесей. Использовали диализную мембрану с размером пор 12-14 кДа («Orange Scientific» Membrane Filtration Products, Inc., USA; Cellu Sep H1).

Результаты исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Содержание ЭПС в ферментированной сыворотке через 6 ч ферментации

Штамм <i>L. acidophilus</i>	Количество ЭПС, мг/ дм ³ сыворотки, согласно методу №2
3e	177,4±15,9
5e	305,8±26,2
H	245,3±17,8
7m ₁₃	312,6±24,7

Как видно из данных, представленных в таблице, наибольшей способностью к синтезу ЭПС обладают штаммы 7m₁₃ и 5e, синтезирующие 312,6±24,7 и 305,8±26,2 мг ЭПС/ дм³ сыворотки соответственно.

Таким образом, по совокупности характеристик перспективными для дальнейшего использования в технологии пробиотических продуктов из молочной сыворотки были признаны вязкие штаммы *L. acidophilus* 5e, 7m₁₃ и H: кислотность ферментированной сыворотки через 6 ч ферментации составляет 70 – 80 °Т; в ходе ферментации данные штаммы могут расщеплять до 28 % белка. При этом штаммы 5e, 7m₁₃ обладают повышенной способностью к синтезу ЭПС в сыворотке.

Таким образом, использование для ферментации молочной сыворотки специально подобранных штаммов *L. acidophilus*, обладающих способностью синтезировать ЭПС, позволяет получить синбиотический продукт, содержащий как жизнеспособные клетки пробиотической культуры, так и пребиотики в виде микробных полисахаридов.

Список литературы:

1. Ботина С. Г., Рожкова И. В., Семенихина В. Ф. Использование штаммов молочнокислых бактерий, синтезирующих экзополисахариды, в производстве кисломолочных продуктов питания // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 1. с. 38 – 40
2. Шевелева С.А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопросы питания. 1999. № 2. с. 32 – 40
3. Garneau S., Martin N. I., Vederas J. C. Two-peptide bacteriocins produced by lactic acid bacteria // Biochemie. 2002. Vol. 84. p. 577 – 592
4. Muriana P. M., Klaenhammer T. R. Conjugal transfer of plasmidencoded determinants for bacteriocin production and immunity in *Lactobacillus acidophilus* 88 // Appl. Environ. Microbiology. 1987. Vol. 53. p. 553 – 560
5. Sandvik O. Identification of moulds by serologic differentiation of their proteolytic enzymes // Acta pathol. microbial. Scandinavica. 1967. Vol. 71. p. 333 – 338

УДК 637.146

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЗАКУСОЧНОЙ ТВОРОЖНОЙ ПАСТЫ С КОРНЕМ СЕЛЬДЕРЕЯ

У.Г. Кузьмик, Н.М. Ющенко

Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

uly1083@yandex.ru

Доминирующим направлением расширения ассортимента молочных продуктов на сегодняшний день является введение натуральных биологически активных добавок и наполнителей, которые придают им функциональных свойств.

Перспективным в этом направлении является использование в составе рецептур творожных изделий сухого корня сельдерея.

Корень сельдерея является не только прекрасным пряным овощем, который придает продуктам неповторимый вкус и аромат, но и источником микроэлементов (калия, кальция, магния, натрия), витаминов (С, В₂, РР), содержит углеводы, крахмал, клетчатку, органические кислоты. Богат сельдерей эфирными маслами, среди которых – спирты, органические кислоты, сложные эфиры, альдегиды. Особенный аромат этого продукта обусловлен такими веществами как седанолид и ангидрид седановой кислоты. Сельдерей богат белками, их общее содержание в сухом корне составляет около 8%. Таким образом, использование в составе рецептур творожных изделий сухого корня сельдерея позволит повысить биологическую ценность продуктов.

На кафедре технологии молока и молочных продуктов Национального университета пищевых технологий разработана технология закусочных паст на основе творога мягкого диетического, в качестве обогащающего компонента использован сухой молотый корень сельдерея. Определено рациональную дозу введения обогащающего компонента – 2%. Для придания продукту солоноватого вкуса предусмотрено введение поваренной соли в количестве 1,0%.

Продукты характеризовались приятным кисломолочным вкусом, солоноватым привкусом и выраженным пряным ароматом. Цвет – белый со слегка кремовым оттенком, равномерный по всей массе.

Целью проведенных исследований является определение аминокислотного состава закусочной творожной пасты с сухим корнем сельдерея. В качестве контроля использовали творог мягкий диетический нежирный.

Для определения аминокислотного состава использовали метод ионообменной жидкостно-колоночной хроматографии.

Установлено, что использование в качестве обогащающего компонента сухого корня сельдерея позволяет обогатить продукт комплексом аминокислот, в том числе незаменимых (таблица 1).

С внесением сухого корня сельдерея повысилось содержание таких аминокислот, г на 100 г белка: глутаминовой кислоты – на 0,217, метионина – на 0,183, пролина – на 0,07, аланина – на 0,029, тирозина – на 0,111 (таблица 1). Вместе с тем, несколько снизилось содержание таких аминокислот, как аспарагиновая кислота, глицин, серин, аргинин.

Таблица 1

Аминокислотный состав закусочной творожной пасты с корнем сельдерея

Наименование аминокислоты	Закусочная творожная паста с корнем сельдерея		Творог мягкий диетический нежирный (контроль)	
	содержание аминокислоты, г в 100 г белка	массовая доля аминокислоты, %	содержание аминокислоты, г в 100 г белка	массовая доля аминокислоты, %
Гистидин	0,374	2,27	0,350	2,22
Аргинин	0,448	2,70	0,490	3,12
Аспарагиновая кислота	1,257	7,59	1,407	8,96
Серин	0,890	5,37	0,918	5,83
Глутаминовая кислота	4,123	24,89	3,906	24,86
Пролин	2,090	12,62	1,931	12,29
Глицин	0,384	2,31	0,419	2,66
Аланин	0,612	3,69	0,583	3,71
Метионин	0,586	3,54	0,403	2,57
Тирозин	0,768	4,64	0,657	4,17
Незаменимые аминокислоты				
Цистин	0,076	0,46	0,098	0,62
Лейцин	1,043	6,30	0,958	6,09
Лизин	1,260	7,61	1,147	7,30
Треонин	0,656	3,97	0,657	4,18
Валин	0,668	4,03	0,614	3,90
Изолейцин	0,513	3,09	0,458	2,90
Фенилаланин	0,812	4,90	0,718	4,58
Сумма	16,563	100,00	15,714	100,00

Содержание же всех незаменимых кислот, за исключением треонина, и цистина, повысилось (г на 100 г белка): лизина – на 0,11, лейцина и фенилаланина – на 0,09, валина – на 0,05, изолейцина – на 0,06.

Биологическую ценность белка характеризует содержание и соотношение незаменимых аминокислот. Произведён расчет аминокислотного сора закусочной творожной пасты с сельдереем как отношение содержания незаменимой аминокислоты в исследуемом продукте к его содержанию в «идеальном белке». Для взрослого человека в качестве «идеального белка» используется аминокислотная шкала Комитета ФАО/ВОЗ. Так как тирозин образуется в организме из фенилаланина, а цистин из метионина, при определении аминокислотного сора они рассматривались совместно. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Оценка аминокислотного сора закусочной творожной пасты с корнем сельдерея

Название незаменимой аминокислоты	Аминокислотный сора, %	
	закусочная творожная паста с корнем сельдерея	творог мягкий диетический нежирный
Тирозин	159	146
Цистин	114	91
Лейцин	90	87
Лизин	138	133
Треонин	99	105
Валин	81	78
Изолейцин	77	73

По результатам исследований установлено, что с добавлением сухого корня сельдерея содержание всех незаменимых аминокислот, за исключением треонина, повысилось. Определено, что лимитирующей аминокислотой для закусочной творожной пасты остается изолейцин, однако скор для нее повысился – с 73 до 77%.

Таким образом, использование сухого корня сельдерея в составе творожных паст позволит не только разнообразить ассортимент этой категории продуктов, но и обогатить их комплексом аминокислот, в том числе незаменимых, чем в определенной степени сбалансировать аминокислотный состав и повысить их биологическую ценность.

Список литературы:

1. Булдаков А.С. Пищевые добавки: Справочник / А.С. Булдаков. 2-е изд. М.: Дели принт, 2003. 436 с.
2. Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія сиру кисломолочного та сиркових виробів: Навч. посіб. К.:НУХТ, 2009. 235 с.
3. Исупов В. П. Пищевые добавки и пряности. История, состав, применение / В.П. Исупов. СПб.: ГИОРД, 2000. 176 с
4. Пряноароматические и пряновкусовые растения: Справочник / Л.С. Дудченко, А.С. Козьяков, В.В. Кривенко - К.: Наукова думка, 1989. 304 с.
5. Корень сельдерея [Электронный ресурс]. Режим доступа: //hnb.com.ua/

УДК 664.6/.7

**ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ВЫПЕЧНОГО ХЛЕБА ИЗ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА****Е.В. Курганова, А.Л. Ишевский**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

katia280693@yandex.ru

Во всем мире широко развито новое направление в пищевой промышленности – так называемое функциональное питание, под которым подразумевается использование продуктов естественного происхождения. Они обладают определенными питательными свойствами и оказывают целенаправленное действие на функциональную активность отдельных органов, систем и организма в целом, стимулируют их работоспособность с конкретной профилактической и лечебно-оздоровительной целью [1]. Одним из самых ранних функциональных продуктов был хлеб.

Хлеб играет важную роль в рационе человека, особенно в нашей стране, где производство хлеба связано с глубокими и давними традициями. Традиционная технология выпечки хлеба заключается в использовании муки. А мука после помола и просеивания теряет большой процент микроэлементов и витаминов, регулирующих активность ферментов и функции жизнедеятельности в организме человека. Целью нашего исследования является разработка технологии выпечки хлеба из пророщенного зерна пшеницы, в результате чего в нем сохраняются все утрачиваемые вещества.

При помолу пшеницы в муку используют внутреннюю часть зерна – эндосперму, а остальные части — плодовые и семенные оболочки, алейроновый слой и зародыш, богатый белками, сахарами, жирами, незаменимыми микроэлементами, витаминами и ферментами – не измельчаются и попадают в отруби. С оболочкой теряется такой элемент, как селен, без которого нарушается весь минеральный обмен. В связи с этим наша технология позволяет сохранить все полезные ценные части зерна и все вещества в своем нативном виде и обогатить ими продукт. В целом зерне содержатся: пищевые волокна (клетчатка), оболочка, зародыш, витамины, аминокислоты, минеральные вещества, белок и другие важные компоненты, заложенные природой в пророщенное зерно.

При производстве хлеба из пророщенного зерна особое место занимают стадии замачивания и прорастания зерна. Этот процесс характеризуется взаимодействием зерна с избыточным количеством воды в соотношении 1:0,6 или 1:1,4 и занимает длительное время – 24-36 часов.

Сухие семена злаковых обладают влажностью до 15%, при которой осуществляется нормальное дыхание. Вода играет важную роль. Это объясняется тем, что зерна злаковых и бобовых содержат до 14-15% прочно связанной воды белками. При повышении влажности, появляется свободная вода, которая резко увеличивает интенсивность дыхания и другие процессы метаболизма. Под влиянием свободной воды улучшается проницаемость клеточных стенок. Поступающие внутрь зерна молекулы воды создают гидратную оболочку вокруг белков, которые содержатся в составе запасных веществ семени. В результате происходит активация протеолитических ферментов – протеаз, которые гидролизуют запасные белки, входящие в состав стенок клеток и эндосперма, с образованием полипептидов и аминокислот; а также крахмала (β -амилазой) – до мальтозы; жиров (липазами) – до жирных кислот и глицерина. Влажность замачиваемой пшеницы называется степенью замачивания, которая приводится в процентах. Для хлебопечения используют степень замачивания – 42 – 44%.

При достижении определенного уровня влажности в набухающем зерне активируются ферменты оксидоредуктазы, в результате чего интенсивность дыхания возрастает в несколько десятков раз, то есть происходит резкое усиление энергообмена. Энергия, необходимая для начала процессов роста, в зародыше накапливается в форме АТФ и идет на синтез высокомолекулярных соединений, участвующих в формировании морфологических структур проростка. Активирование процессов роста зародыша связано с синтезом витаминов и высвобождением минеральных ионов

из органических комплексов. В прорастающем зерне злаков витаминов группы В больше в 6 раз, чем в сухом.

В целом в хлебобулочных изделиях, полученных из проросшего зерна, содержится комплекс витаминов, наиболее важных для регуляции функций организма человека: В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин), В₆ (пиридоксин), РР (никотиновая кислота), А (ретинол), Н (биотин). В прорастающем зерне в 2-3 раза увеличивается содержание витаминов С, Е (токоферол), задерживающих старение организма.

Изменение химического состава зерна пшеницы при прорастании представлено в таблице 1 [2,3].

Таблица 1.

Изменение химического состава зерна пшеницы при прорастании (по Ж.Б. Буссенго)

Показатели	Зерно пшеницы	Проращенное зерно пшеницы
Сухая масса, %	100,00	85,20-98,10
1000 зёрен, г	44,40	37,80-43,50
Сухое вещество, %	31,30	31,50-19,50
Белок, % к массе сухого вещества	13,80	14,60
Жир, % к массе сухого вещества	2,70	2,90
Клетчатка, %	5,98	20,64
Крахмал, декстрины, %	73,95	17,15
Витамины, Мг %		
В ₁	0,46	2,00
В ₂	0,13	0,70
РР	5,60	0,35
С	-	10,30
Азот, %	1,05	1,08
Зола, %	1,70	3,46
Минеральные вещества, Мг %	В 100 г зерна	
К	350,00	850,00
Са	61,00	70,00
Р	400,00	1100,00
Mg	114,00	400,00
Fe	5,70	10,00

После прорастания, до получения проростков длиной 1,0-2,0 мм, водную среду, в которой замачивалось зерно, отцеживают и сливают. Это нужно для того, чтобы убрать характерную кислотность, отрицательно сказывающуюся как на вкусе и запахе готового хлеба из пророщенного зерна, так и на его пористость. Затем зерно подвергают измельчению с отводом выделившейся жидкости, не связанной с получаемой зерновой массой. Отводимую жидкую фракцию богата питательными веществами (сахарами, аминокислотами, декстринами, пектинами и минеральными веществами).

Мука в технологическом процессе приготовления выпечного хлеба из пророщенного зерна не применяется. В тестовую массу из пророщенного зерна добавляются только дрожжи: сушеные 1,4% или прессованные 3,3%, соль 1,32%, сахар 3% и воду 11% от полученной массы. Вместо воды для получения теста нужной консистенции можно использовать жидкую фракцию. Готовое тесто становится эластичным, хорошо обминается, слегка релаксирует. Обогащение теста жидкой фракцией обеспечивает «технологическую функцию»: белок клейковины, перешедший в жидкую фракцию водной суспензии зерновой массы, обеспечивает дополнительную связанность структуры в процессе замешивания теста. Это сказывается на развитии и равномерности пористости хлеба.

Полученное тесто разделяют в формы или на противни и направляют на расстойку. Расстаивают тесто 30 – 120 минут при температуре 30 – 37°C и равновесном состоянии влажности. Окончание расстойки фиксируется визуально.

Выпечку хлеба ведут при температуре 190 – 250°C. Первые 15 – 40 секунд процесс ведется в среде насыщенного водяного пара. При использовании насыщенного водяного пара при высоких

температурах в начальный момент параллельно протекают три процесса: «дорасстойка изделий», «устранение дефектов формовки» и «интенсивный прогрев теста». Пар также способствует образованию характерной блестящей корочки, то есть особого органолептического показателя готового хлеба.

В пророщенных семенах полезные вещества находятся в активном состоянии, их количество сбалансировано, поэтому они улучшают работу сердечно-сосудистой, костно-хрящевой и нервной систем, положительно влияют на работу желудочно-кишечного тракта, нормализуют функцию щитовидной железы и других органов. [4,5]

По своему внешнему виду и вкусу хлеб из пророщенного зерна не отличается от обычного хлеба – имеет тонкую хрустящую корочку и аппетитный, приятный на вкус мякиш. Его состав содержит богатый набор полезных веществ, по сравнению с мучными сортами. При регулярном употреблении хлеб нормализует обмен веществ; очищает организм от шлаков и канцерогенов; стабилизирует и уменьшает сахар в крови при диабете; выводит избыток холестерина из крови; улучшает моторную функцию кишечника; снижает вес при ожирении; повышает содержание гемоглобина в крови, улучшает кроветворную функцию.

На рисунках 1, 2 представлены образцы хлеба из пророщенного зерна, полученные в лаборатории кафедры технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом ИХиБТ НИУ ИТМО.



Рис. 3. Образец выпечного хлеба из пророщенного зерна



Рис. 4. Срез образца выпечного хлеба из пророщенного зерна

Список литературы:

1. Никберг И.И., д.м.н., профессор, Сидней, Австралия. Международный эндокринологический журнал № 6 (38), 2011.
2. Скуратовская О.Д. Контроль качества продукции физико-химическими методами. М.: Делипринт, 2003.
3. Скурихин И.М. Нечаев А.П. Все о пище с точки зрения химика. М.: Высшая школа, 1991.
4. Артемова А. Пшеница исцеляющая и омолаживающая. СПб.: Диля, 2001.
5. Байгамбетов Е.Б. Втаковская А.В. Пророщенное зерно – путь к здоровью //Пища. Экология. Качество. Материалы 4-ой международной научно-практической конференции. Новосибирск, 2004.

УДК 635.621.637.5.04/07.637.524.5

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ МИКОТОКСИНОВ НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАННЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ

В.Е. Куцакова, Т.В. Шкотова, Т. В. Чичина, Л.А. Ратникова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

vekprof@mail.ru

В настоящее время проблема иммунодепрессивного эффекта микотоксинов вызывает особый интерес. Микотоксины - это токсины, низкомолекулярные вторичные метаболиты, продуцируемые микроскопическими плесневыми грибами. Они являются природными загрязнителями зерна злаковых, бобовых, семян подсолнечника, а также овощей и фруктов. Микотоксины могут образовываться при хранении во многих пищевых продуктах под действием развивающихся в них микроскопических грибов. Согласно данным Организации по продовольствию и сельскому хозяйству при ООН (ФАО), примерно четверть от производимого в мире зерна поражена микотоксинами.

Большинство микотоксинов в неизменном виде попадают в организм животного, а также и человека. Они поражают печень, почки, желудочно-кишечный тракт, селезенку, мозг, нервную систему, разрушают иммунитет потребителя зараженных продуктов. Отравление может проявиться не сразу – микотоксины, накапливаясь в организме, могут вызывать тяжелые, в том числе онкологические заболевания, спустя длительное время. Наличие микотоксинов в кормах приводит к ухудшению репродуктивности.

На сегодняшний день известны более трехсот микотоксинов, большинство из них проявляют токсическое действие в отношении животных и птицы. Наиболее изучены свойства самых распространенных - афлатоксина, охратоксина, фумонизина, некоторых микотоксинов из группы трихотеценов, зеараленона. Зараженность одних и тех же продуктов значительно отличается в разных географических областях и колеблется в зависимости от сезона и других факторов [4].

Наиболее распространенные микотоксины в Санкт-Петербурге и Ленинградской области:

1. Афлатоксины. Они обладают сильными канцерогенными свойствами. Оптимальной температурой для образования токсинов является температура 27 – 30 °С, хотя синтез афлатоксинов возможен в диапазоне 12 – 42°С. Афлатоксин В1 – мощный мутаген, вызывающий хромосомные отклонения. В России приняты следующие санитарно-гигиенические нормативы по афлатоксинам: ПДК афлатоксина В для пищевых продуктов, кроме молока, составляет – 5 мкг/кг, допустимая суточная доза (ДСД) – 0,005 – 0,01 мкг/кг массы тела.

2. Охратоксины – соединения высокой токсичности, с яркой выраженным терратогенным эффектом. Из всех охратоксинов наиболее опасным является охратоксин А. Охратоксин А – бесцветное кристаллическое вещество, слаборастворимое в воде, умеренно растворимое в органических растворителях (метанол), а также в водном растворе гидрокарбоната натрия. В ультрафиолетовом свете обладает зеленой флуоресценцией.

3. Трихотецены представляют собой большую группу химически сходных токсинов, насчитывающих около 190 веществ, продуцируемых грибами различных видов, включая *Fusarium*, *Myrothecium*, и *Stachybotrys*. Подразделяют на 4 типа: А, В, С и D. Представители группы А-токсин Т-2 и диацетокси-скирпенол, группы В-дезоксиниваленол и ниваленол, группы С-роридин А, группы D-кродоцин. Из всех трихотеценов Т-2 токсин привлекает особое внимание из-за своей высокой токсичности, несмотря на то что он реже обнаруживается в кормах, чем другие трихотецены. Т-2 токсин — не летучий, устойчивый к действию различных факторов. Он образуется в результате жизнедеятельности различных *Fusarium* грибов, которые могут расти на зерновых культурах в период их хранения, в регионах с холодным климатом и повышенной влажностью[5].

Микотоксины создают реальную опасность для здоровья животных и человека. Они устойчивы к действию физических и химических факторов. Поэтому разрушение их в пищевых продуктах представляет трудную задачу. Общепринятые способы технологической и кулинарной обра-

ботки лишь частично уменьшают содержание микотоксинов в продукте. Высокая температура (свыше 200°), замораживание, высушивание, воздействие ионизирующего и ультрафиолетового излучения оказались также малоэффективными [1].

Для профилактики вызываемых ими заболеваний и снижения экономического ущерба микотоксины необходимо выводить из организмов животного и человека связанными сорбентами.

Сорбенты (от лат. *sorbens* — поглощающий) — твердые тела или жидкости, избирательно поглощающие (сорбирующие) из окружающей среды газы, пары или растворённые вещества. В зависимости от характера сорбции различают абсорбенты — тела, образующие с поглощённым веществом твёрдый или жидкий раствор, адсорбенты — тела, поглощающие (сгущающие) вещество на своей (обычно сильно развитой) поверхности, и химические поглотители, которые связывают поглощаемое вещество, вступая с ним в химическое взаимодействие. [7].

Стандартная методика определения сорбционной способности сорбента (метод *in vitro*). Практический коэффициент полезного действия сорбента определяется в процентах по разности между адсорбцией (связыванием) и десорбцией (высвобождением). Чем выше этот коэффициент (*net efficiency*), тем эффективнее адсорбция и тем больше количество связанного, следовательно, дезактивированного микотоксина. Сорбция микотоксинов определяется количественно при различных рН, имитирующих смену кислотности среды в пищеварительном тракте животных. Величину адсорбции и десорбции (в мкг/кг) измеряют по утвержденной методике при постановке теста «*in vitro*».

Устанавливают практический коэффициент полезного действия (ПКПД) в % — сорбционную способность (практическую адсорбцию), равную разнице между величиной адсорбции и десорбции, то есть количество токсина, которое осталось связанным с сорбентом и отнесенное к количеству присутствующего в смеси токсина [6].

Нами предложена технология получения сорбентов микотоксинов на основе отработанных пивных дрожжей (ОПД). Этот способ достаточно прост.

На поверхности дрожжевой клетки находится плотная полисахаридная оболочка, которая при освобождении ее с поверхности клетки, является сорбентом микотоксинов. Сущность предлагаемого нами метода заключается в том, что удаление прочной оболочки клетки отработанных пивных дрожжей осуществляется посредством прохождения суспензии в аппарате с перепадом давлений 200 – 220 атмосфер, что позволяет осуществить разрыв клеточной оболочки и обеспечить выход внутриклеточного протеина в жидкую фазу.

Важнейшим аспектом, препятствующим использованию пивных дрожжей, являются содержание большого количества нуклеиновых кислот и сильно выраженная горечь, носителем которой являются изоальфа-кислоты, содержащиеся в значительном количестве как в жидкой фазе (остатки молодого пива), так и в адсорбированном состоянии на поверхности дрожжевых клеток.

Добавление едкого натрия NaOH и последующее нагревание при температуре 98 – 100°C приводит к образованию солей изоальфа-кислот, которые вымываются водой. После чего раствор нейтрализуют соляной кислотой HCl до pH 6,5 – 7. Это необходимо для удаления горечи из ОПД.

В готовом продукте благодаря данной обработке горечь снижается с 85,7 BU до 0 BU [2]. Измерение горечи проводилось согласно методу *European Brewery Convention (EBC, 1987)*.

Содержание нуклеиновых кислот (высокомолекулярных) в готовом продукте определяли по модифицированному методу O. Bendova, A. Kotyk, G. Basarova, M. Kahler. STANOVENI NUKLEOVYCH KISELIN до удаления низкомолекулярной фракции, типа НАД. Полученный продукт из пивных дрожжей после проведения исследований содержит следовые количества РНК, а содержание ДНК в образцах менее 0,1%.

Такой этап в технологическом процессе, как промывка, влияет на свойства получаемого сорбента. Благодаря ей вымываются низкомолекулярные протеины, и, следовательно, уменьшается пищевая ценность готового продукта, но увеличивается сорбционная емкость. Если этот этап исключить, то сохраняются все пищевые свойства, но при этом сорбционная эффективность сорбента ОПД резко уменьшается, т.к. активные центры сорбентов инактивируются взаимодействием с низкомолекулярными протеинами, что приводит к уменьшению сорбционной способности.

Исследование сорбционной емкости микотоксинов оболочкой дрожжевой клетки проводилось по ГОСТ Р 52471-2005 «Корма. Иммуноферментный метод определения микотоксинов».

В таблице 1 представлены результаты оценки свойств готового продукта в отношении микотоксинов. В п. 1 и 2 представлены данные по разработанным авторами сорбентам. Значения ПКПД выше, особенно в отношении охратоксина, микотоксин ДОН сорбируется на 11,4 %.

Сравнение свойств сорбентов в отношении микотоксинов

№ п/п	Наименование	Обнаруженная сорбционная активность в отношении:	ПКПД %
1	Сорбент ОПД с повышенным содержанием низкомолекулярной фракции протеинов	Афлатоксин В1 Охратоксин Т-2 токсин ДОН	46% 0 0 0
2	Сорбент ОПД с пониженным содержанием низкомолекулярной фракции протеинов	Афлатоксин В1 Охратоксин Т-2 токсин ДОН	50% 70% 0 11,4%
3	Сорбент №1 (Фунгистат)	Афлатоксин В1 Охратоксин Т-2 токсин ДОН	53% 45% 48% 0
4	Сорбент №2 (Фунгистат)	Афлатоксин В1 Охратоксин Т-2 токсин ДОН	50% 46% 68% 0
5	Смесь сорбентов, в т.ч. монтмориллонит	Афлатоксин В1 Охратоксин Т-2 токсин ДОН	53% 30% 11% 33%

Лучший вариант – сорбент ОПД с пониженным содержанием низкомолекулярной фракции протеинов. Он лучше по сорбции ряда токсинов, например, по афлатоксину он близок по показателям к аналогам, таким как фунгистат, смесь сорбентов, в т. ч. Монтмориллонит [6], представленным в таблице. По охратоксину он существенно выше, по отношению ко всем аналогам представленным в таблице, 70 по отношению (30:40). Т-2 токсин не сорбируется. По ДОНу несколько хуже, чем у смеси сорбентов, в т.ч. монтмориллонит, но лучше чем у фунгистата, который его совсем не сорбирует.

Таким образом, технология удаления плотной оболочки с поверхности пивных дрожжей, позволяет получить дешевый биологически ценный сорбент из ОПД, который по своим свойствам близок к дорогостоящим сорбентам, представленным на рынке. Данный продукт можно использовать при производстве кормовых продуктов и продуктов питания широкого ассортимента спектра.

Список литературы:

1. Библиогр.: Билай В.И. и Пидопличко Н.М. Токсинообразующие микроскопические грибы. Киев, 1970.
2. Куцакова В.Е., Фролов В.Ф., Шкотова Т.В., Чичина Т.В. К вопросу об удалении горечи из отработанных пищевых дрожжей // Известия ВУЗОВ Пищевая технология. 2012 с.67 – 69;
3. Оценка загрязнения пищевых продуктов микотоксинами, под ред. В.А. Гутельяна, т. 1 – 3, М., 1985; Саркисов А.Х. Микотоксикозы, М., 1954;
4. Тутельян В.А. и Кравченко Л.В. Микотоксины (Медицинские и биологические аспекты), М., 1985. "
5. Bekatorou A. et al.: food Grade Yeasts, Food Technol. Biotechnol. 44 (3) 407 – 415, 2006.
6. Малков М.А., Богомолов В.В., Данькова Т.В., Краснов К.А. Микотоксины – стратегия устранения их влияния на организм сельскохозяйственных животных и птицы // Технология животноводства. 2010, №1 - 2, с.4 – 5.
7. Материал из Википедии — свободной энциклопедии.

УДК 664.923

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗАТОВ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАС

В. Е. Куцакова, О.А. Овсянникова, Г. Д. Стуруа

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

mr.sturua@gmail.com

Последние исследования показали, что для пластических нужд человека необходимо поступление в организм соединительной ткани в перевариваемой форме. В условиях современного рынка мясного сырья проблема использования вторичного коллагенсодержащего сырья в перевариваемой форме в технологии производства колбас стоит крайне остро. Известно, что белковая составляющая организма человека состоит приблизительно на 50% из мышечной ткани и на 50% из соединительной. Аминокислоты, входящие в состав мышечной ткани, обеспечивают синтез мышечной ткани, а аминокислоты и иминокислоты коллагена синтез соединительной ткани. При этом нативный коллаген плохо усваивается организмом человека.

До недавнего времени не существовало способа обработки свиной шкуры или спилка КРС, который позволил бы получить белковый компонент хорошо усваиваемый (на 75-80%) организмом человека. Все попытки использования свиной шкуры в производстве, наиболее дорогостоящих, сырокопченых колбас заканчивались неудачей, что связано с высокой влагосвязывающей способностью белковых ингредиентов (гидролизатов), изготовленных из неё. Высокая влагосвязывающая способность неукоснительно приводила к существенному увеличению времени сушки колбас. Кроме того, привкус свиной шкуры, наличие коллагеновых волокон при гистологических исследованиях приводили к отказу от использования такого сырья в рецептурах сырокопченых колбас. Для того чтобы появилась возможность использования дешевого, натурального и необходимого для организма человека белкового ингредиента – перевариваемого коллагена, следовало разработать технологию гидролиза свиной шкуры, при которой полученные белковые ингредиенты теряли бы влагосвязывающую способность, и был бы утерян запах и привкус свиной шкуры. Все это возможно лишь в случае гидролиза такой глубины, при котором была бы обеспечена деструкция волокон коллагена.

Настоящими авторами был разработан метод гидролиза свиной шкуры, обеспечивающий деструкцию волокон коллагена до низкомолекулярных протеинов. Показано, что гидролиз свиной шкуры должен осуществляться при температуре 95 – 100⁰С и достаточно высокой концентрации катализатора, в этом случае он теряет влагосвязывающие свойства и оказывается востребованным в производстве сырокопченых колбас.

Строение коллагена и силы взаимодействия в структурах определяют молекулярную массу и функционально–технологические свойства (ФТС) полученного белкового ингредиента. Нами было показано [2], что гидролиз свиной шкуры должен производиться при температуре 90–100 °С и времени процесса 25–35 мин, при этом существуют два диапазона малых концентраций катализатора. С = 0,05 – 0,3% – в этом случае понятие гидролиза является условным, т.к. это лишь частичный гидролиз: молекулярная масса белка достаточно велика, выше молекулярной массы тропоколлагена, что свидетельствует о сохранении четвертичной структуры и волокон коллагена. В диапазоне сравнительно высоких концентраций катализатора 0,3–0,5% в процессе гидролиза резко уменьшается молекулярная масса белка и наблюдается деструкция волокон коллагена. Полученные таким образом гидролизаты востребованы в производстве, в том числе сырокопченых колбас. Такой гидролизат был введен нами в рецептуру сырокопченых колбас производства фирмы «Пит–Продукт». Представленные далее результаты обсуждаются на примере сырокопченной колбасы «Брауншвейгская».

К массе продукта, изготовленного по стандартной рецептуре, был добавлен гидролизат свиной шкуры в количестве 5, 7, 10 и 12% от массы исходного продукта. Далее все процедуры, входящие в схему производства сырокопченых колбас были идентичны как для контроля (продукта, в

который не вводился гидролизат свиной шкуры), так и для экспериментальных образцов. Время сушки для всех образцов было идентичным. При этом конечная влажность всех образцов после сушки находилась в пределах от 27 до 30%, содержание белка от 25 до 26%, содержание жира от 37 до 42%, соли от 4,26 до 4,38, нитрита от 0,0003 до 0,0006%, что соответствует пределам разрешенным ГОСТом. При этом четкой зависимости от доли внесенного гидролизата не наблюдалось, что по нашему мнению определяется неоднородностью продукта.

Проведенная закрытая дегустация выявила преимущество образца сырокопченой колбасы «Брауншвейской», в которую было внесено максимальное количество гидролизата – 12%.

Гистологические испытания, проведенные ФБУ «Тест–С–Петербург» №341663 от 30.10.2012 на основании ГОСТ Р.51604–2000, 53213–2008, и 53222–2008 показали, что состав фарша всех представленных образцов соответствует ГОСТу.

Кроме того были произведены исследования механических характеристик колбас, такие как прочность, модуль сдвига, усилие реза в зависимости от доли внесенного гидролизата.

На рис. 1 представлен график зависимости прочности колбасы «Брауншвейгская» от доли внесенного гидролизата. Этот параметр адекватен такому свойству продукта как «кусаемость». После обработки опытных данных было показано, что при увеличении доли внесенного гидролизата до 12%, усилие, прикладываемое при укусе продукта, уменьшается от 430 г/см² в контроле до 270 г/см² т.е на 37% относительно контрольного образца.

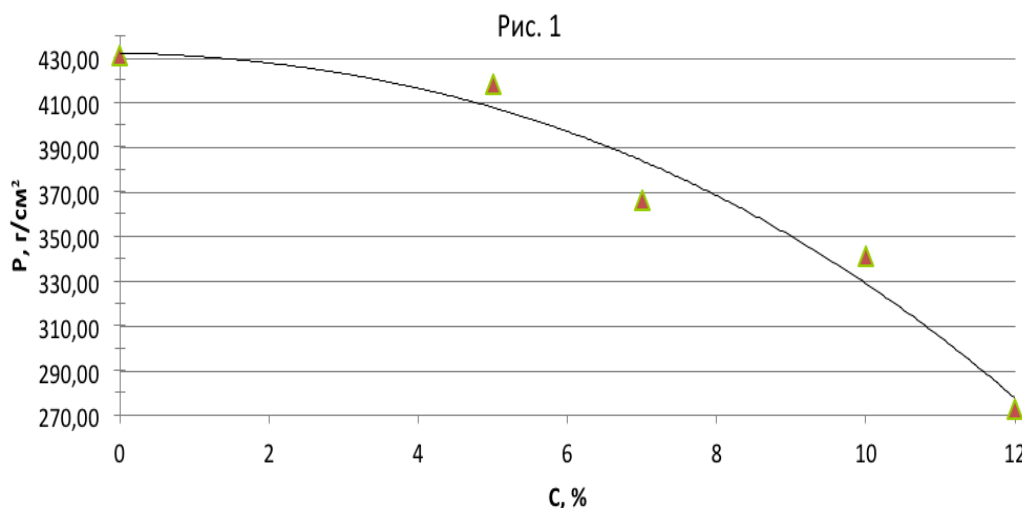


Рис. 1. Зависимость прочности сырокопченой колбасы «Брауншвейгская» от доли белкового ингредиента (гидролизата)

На рис. 2, 3 представлены зависимости модуля упругости и усилие реза от доли внесенного гидролизата. Из анализа графиков видно, что модуль упругости изменяется от $9,4 \cdot 10^4$ Па в контроле до $10,6 \cdot 10^4$ Па, при 12% внесенного гидролизата, что увеличивает показатель на 12,8%. Усилие реза варьируется от $0,48 \cdot 10^4$ Па $0,65 \cdot 10^4$ Па, т. е. возрастает на 19% с увеличением количества внесенного гидролизата на 12%, что соответствует лучшему сохранению формы колбасного батона.

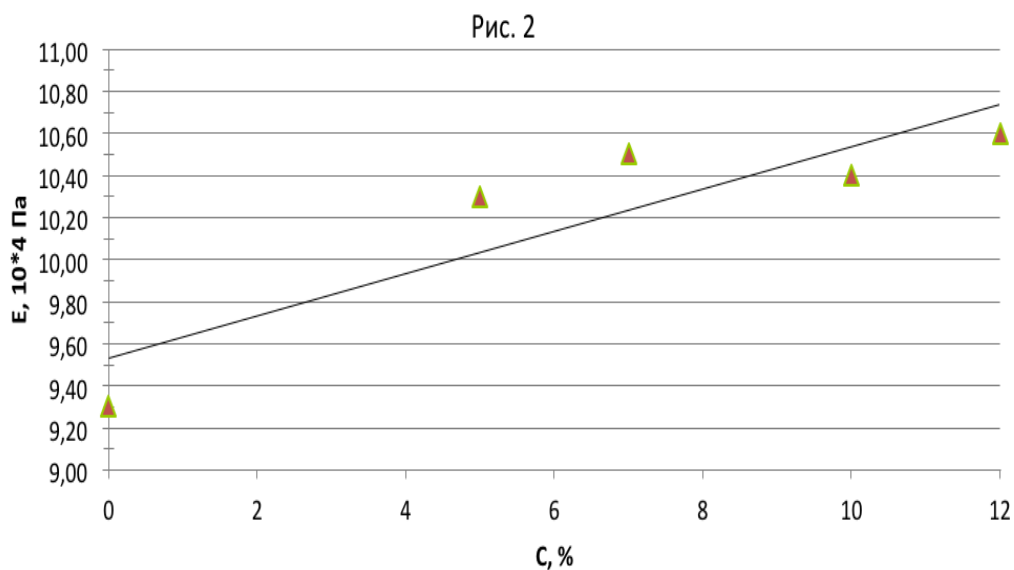


Рис. 2. Зависимость модуля упругости сырокопченой колбасы «Брауншвейгская» от доли белкового ингредиента (гидролизата)

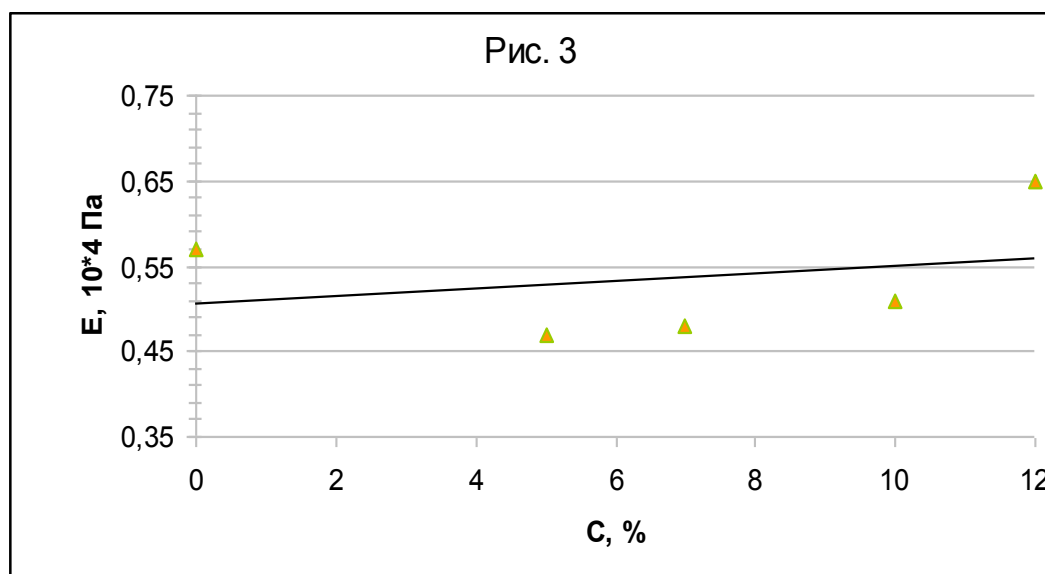


Рис. 3. Зависимость усилия реза сырокопченой колбасы «Брауншвейгская» от доли белкового ингредиента (гидролизата)

Таким образом, гидролизованная свиная шкура легко усваивается организмом человека. Внесение ее, в том числе, в сырокопченые колбасы увеличивает их биологическую ценность, при этом существенно снижает стоимость готового продукта. По механическим, биохимическим и органолептическим характеристикам сырокопченые колбасы, в которые были внесены дешевые, натуральные и полезные белковые ингредиенты, полученные из свиной шкуры, лучше контрольных образцов, о чем свидетельствуют результаты закрытой дегустации, где образец с 12% внесением гидролизата явно обошел «конкурентов».

Список литературы:

1. Батечко С.А., Ледзевиров А.М. Коллаген. Новая стратегия сохранения здоровья и продления молодости. // Hobbit Plus ISBN 966–218–126–5.–2009
2. Куцакова В.Е., Семенова А.А. Пищевые белковые ингредиенты из побочных продуктов мясопереработки. // Все о мясе 2012. №2. С.34 – 36.

УДК 664.8/9

КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ВЫПЕЧКЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В.Е. Куцакова, С.В. Фролов, Т.В. Шкотова, С.В. Ефимова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

vekprof @ mail. ru

Пирожки – одно из самых любимых блюд в России. Пирожки готовятся из любого теста, в основном дрожжевого, с разнообразными начинками: мясными, мясорастительными, овощными, фруктовыми. Процесс изготовления пирожков довольно трудоемкий и длительный [1]. Производство пирожков состоит из приготовления теста, начинки, разделки изделий и выпечки. Выпекают пирожки в духовом шкафу при температуре 180-220°C.

В настоящее время отсутствуют методы расчета времени выпекания таких сложных многослойных структур. Время процесса существенно зависит от теплофизических характеристик тестовой оболочки и начинки, которые зависят от их вида, структуры и состава. В процессе выпечки значения теплофизических параметров, таких, как удельная теплопроводность и коэффициент температуропроводности теста и выпеченного продукта различаются, не существенно, поэтому в последующих расчетах приняты их осредненные значения.

Время выпечки пирожков также существенно зависит от формы и размера выпекаемых изделий.

Для расчета времени выпекания представим пирожок как квазиодномерное тело, форма которого учитывается введением в расчетные соотношения коэффициента формы. Пирожок состоит из двух различных продуктов (тестовая оболочка и начинка). Начинка находится внутри, её теплопроводность λ_1 , Вт/(м°C), и температуропроводность a_1 , м²/с, а снаружи тестовая оболочка с параметрами λ_2 и a_2 соответственно. Внешний характерный размер тела R , м, размер начинки R_1 соответственно. В начальный момент времени $\tau = 0$ тело, имеющее температуру T_b , погружается в духовой шкаф с температурой воздушной среды T_0 . С поверхности тела идёт конвективный теплообмен с окружающей средой с коэффициентом теплоотдачи α . Математическая формулировка задачи представлена ниже.

$$\frac{\partial T_1}{\partial \tau} = a_1 \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial r^2} + \frac{k}{r} \frac{\partial T_1}{\partial r} \right); T_1(r, 0) = T_b; \left. \frac{\partial T_1}{\partial r} \right|_{r=0} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial T_2}{\partial \tau} = a_2 \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial r^2} + \frac{k}{r} \frac{\partial T_2}{\partial r} \right); T_2(r, 0) = T_b; -\lambda_2 \left. \frac{\partial T_2}{\partial r} \right|_{r=R} = \alpha (T_2(R, t) - T_0) \quad (2)$$

$$T_1(R_1, t) = T_2(R_1, t); -\lambda_1 \left. \frac{\partial T_1}{\partial r} \right|_{r=R_1} = -\lambda_2 \left. \frac{\partial T_2}{\partial r} \right|_{r=R_1} \quad (3)$$

Здесь r – координата поперёк тела, м ($r = 0$ отвечает центру тела, $r = R_1$ – границе теста и начинки и $r = R$ – внешней границе тела), k – безразмерный коэффициент, учитывающий форму тела и определяющийся как $k = SR/V - 1$, где V – объём тела, м³, а S – площадь его поверхности, м².

Уравнения (1) и (2) представляют собой уравнение теплопроводности с начальным условием и граничным условием в центре и краевым условием на границе соответственно для начинки и тестовой оболочки. Уравнение (3) описывает граничные условия на границе начинки и тестовой оболочки – равенство температур и тепловых потоков.

Представленная задача допускает точное решение в терминах функций Бесселя и Неймана, что затратно и требует обширных численных расчётов. Для практических целей удобнее иметь приближённые простые и явные расчетные соотношения. Ранее, в работе [2], воспользо-

вавшись прямым вариационным методом, были получены такие формулы для однородного тела [3]. В данной работе мы обобщим предложенный ранее метод на двухслойное тело.

Осуществим переход к безразмерным переменным:

$$\theta_{1,2} = \frac{T_{1,2} - T_0}{T_b - T_0}; Fo = \frac{a_2 \tau}{R^2}; \rho = \frac{r}{R}; Bi = \frac{\alpha R}{\lambda_2}; \xi = \frac{a_1}{a_2}; \psi = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

В безразмерных переменных уравнения (1) – (3) выглядят следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \theta_1}{\partial Fo} &= \xi \left(\frac{\partial^2 \theta_1}{\partial \rho^2} + \frac{k}{\rho} \frac{\partial \theta_1}{\partial \rho} \right); \frac{\partial \theta_1}{\partial \rho} \Big|_{\rho=0} = 0; \theta_1(\rho, 0) = 1; \\ \frac{\partial \theta_2}{\partial Fo} &= \frac{\partial^2 \theta_2}{\partial \rho^2} + \frac{k}{\rho} \frac{\partial \theta_2}{\partial \rho}; -\frac{\partial \theta_2}{\partial \rho} \Big|_{\rho=1} = Bi \theta_2(1, Fo); \theta_2(\rho, 0) = 1; \\ \theta_1(\rho_1, \tau) &= \theta_2(\rho_1, \tau); \psi \frac{\partial \theta_1}{\partial \rho} \Big|_{\rho=\rho_1} = \frac{\partial \theta_2}{\partial \rho} \Big|_{\rho=\rho_1} \end{aligned} \quad (4)$$

Разделим переменные в уравнениях (4). Функция, зависящая от времени будет представлена экспонентой:

$$\theta_1(\rho, \tau) = \Sigma_1(\rho) \exp(-\omega Fo); \theta_2(\rho, Fo) = \Sigma_2(\rho) \exp(-\omega Fo)$$

Функция, зависящая от координат, выглядят следующим образом:

$$\xi \left(\frac{\Sigma_1''}{\Sigma_1} + \frac{k}{\rho} \frac{\Sigma_1'}{\Sigma_1} \right) = -\omega; \frac{\Sigma_1''}{\Sigma_1} + \frac{k}{\rho} \frac{\Sigma_1'}{\Sigma_1} = -\omega \quad (5)$$

Согласно вариационному принципу [3] наименьшее собственное число задачи (5) равно абсолютному минимуму функционала

$$\omega_1 = \text{MIN} \frac{-\xi \int_0^{\rho_1} (\rho^k \Sigma_1')' \Sigma_1 d\rho - \int_{\rho_1}^1 (\rho^k \Sigma_2')' \Sigma_2 d\rho}{\int_0^{\rho_1} \rho^k \Sigma_1^2 d\rho + \int_{\rho_1}^1 \rho^k \Sigma_2^2 d\rho} \quad (6)$$

Минимум (6) ищется на функциях, удовлетворяющих граничным условиям (4). Приближённый метод решения задачи заключается в том, что минимум (6) ищется на функциях простого вида, аппроксимирующих истинное решение задачи. Следуя [2], будем искать минимум на функциях степенного вида:

$$\Sigma_1(\rho) = 1 - c\rho^d; \Sigma_2(\rho) = 1 - a\rho^b \quad (7)$$

Подставляя функции (7) в граничные условия (4), получим:

$$a = \frac{Bi}{Bi + b}; d = \frac{b}{\psi}; c = \frac{Bi}{Bi + b} \rho_1^{b-b/\psi} \quad (8)$$

Подставляя (8) в (7) и далее в (6) и производя интегрирование, получим:

$$\omega_1 \approx \text{MIN} \frac{\xi \frac{Bib(b/\psi + k - 1)}{(Bi + b)\psi} \left[\frac{\rho_1^{b+k-1}}{b/\psi + k - 1} - \frac{Bi}{Bi + b} \frac{\rho_1^{2b+k-1}}{2b/\psi + k - 1} \right] + \frac{\rho_1^{k+1}}{k + 1} - \frac{2Bi}{Bi + b} \frac{\rho_1^{b+k+1}}{b/\psi + k + 1} + \frac{Bi^2}{(Bi + b)^2} \frac{\rho_1^{2b+k+1}}{2b/\psi + k + 1} + \frac{Bib(b + k - 1)}{Bi + b} \left[\frac{1 - \rho_1^{b+k-1}}{b + k - 1} - \frac{Bi}{Bi + b} \frac{1 - \rho_1^{2b+k-1}}{2b + k - 1} \right] + \frac{1 - \rho_1^{k+1}}{k + 1} - \frac{2Bi}{Bi + b} \frac{1 - \rho_1^{b+k+1}}{b + k + 1} + \frac{Bi^2}{(Bi + b)^2} \frac{1 - \rho_1^{2b+k+1}}{2b + k + 1}}{(9)}$$

Далее находим минимум выражения (9) по переменной b . Это достаточно сложная задача, однако, воспользуемся найденным в [2] значением b для однородного тела, так как это значение зависит только от константы k , то есть только от формы тела (и никак не связано с его теплофизическими параметрами):

$$b = \frac{\sqrt{2k + 6} - k + 1}{2} \quad (10)$$

Подстановка (10) в (9) позволяет приближённо определить первый корень характеристического уравнения, а, следовательно, темп нагревания тела. Далее, для расчёта продолжительности нагревания необходимо знать константу A [2], [3], которая зависит от координаты, в которой измеряется температура. В случае выпекания пирожка такой точкой является, граница между тестовой оболочкой и начинкой. Примерно в этой области находится термический центр тела, то есть точка, температура в которой равна среднеобъёмной

В [2] и [3] показано, что при не очень высоких числах Био, какие бывают при условиях выпекания пирожков в воздушной среде, коэффициент A для среднеобъёмной температуры практически равен единице. Таким образом, продолжительность нагревания до заданной температуры T в необходимой нам точке может быть определена как:

$$\tau \approx \frac{R^2}{a_2 \omega_1} \ln \left\{ \frac{T_b - T_0}{T - T_0} \right\} \quad (11)$$

Полученные расчетные соотношения обладают свойством общности и могут быть использованы для всех видов подобной продукции. Расчетные и экспериментальные значения времени выпечки совпадают с погрешностью в пределах 8-10%.

Список литературы:

1. Андреев В.А., Алехина Л.В. Современная технология производства печеных пирожков // Мясная индустрия № 8. 2012. С.46 - 49.
2. Фролов С.В., Мереминский Г.И., Поляков К.Ю. Расчет времени охлаждения пищевых объектов методом квазиодномерного приближения // Вестник МАХ, вып. 3, 2004, с. 42 – 44.
3. Фролов С.В., Багаутдинова А.Ш. Высшая математика. Этюды по теории и приложениям. СПб, ГИОРД, 2012. 576 с.

УДК 635.621.637.5.04/07.637.524.5

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИИ ИЗ ГИДРОЛИЗОВАННОГО И ДЕНАТУРИРОВАННОГО КОЛЛАГЕНА**В.Е. Куцакова, А.А. Краснова, Е.А. Иващенко**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

vekprof@mail.ru

В настоящее время в мире наблюдается дефицит пищевого белка животного происхождения и в то же время нерациональное использование побочных продуктов мясоперерабатывающей промышленности.

Многие производители рубленых полуфабрикатов отказываются от применения растительных белков в пользу соединительнотканых белков свиной шкурки, что, несомненно, связано с желанием понизить себестоимость готового продукта и избавиться от вторичного продукта переработки (свиной шкурки), приобретая при этом ощутимую выгоду.

Последние исследования свидетельствуют о том, что для организма человека необходим перерабатываемый коллаген [1].

Известно, что белковая составляющая организма человека состоит приблизительно на 50% из мышечной и на 50% из соединительной ткани, из которых 80% приходится на коллагеновые волокна, а 20% на эластиновые. Животный белок в организме человека расходуется, в основном на пластические нужды. Аминокислоты, входящие в состав мышечной ткани, обеспечивают в основном синтез мышечной ткани, а аминокислоты коллагена - синтез соединительной ткани. При этом нативный коллаген плохо усваивается организмом человека, а гидролизированный - на 75 - 80%.

Также стоит отметить, что традиционная технология переработки свиной шкуры не позволяет получить продукт высокого потребительского качества. При внесении такой шкурки в фаршевую систему наблюдается значительное ухудшение качества готового продукта, в частности, консистенция становится рыхлой, появляется посторонний привкус и запах.

В СПбНИУ ИТМО ИХиБТ была разработана технология денатурации и гидролиза свиной шкуры с целью применения полученных композиций в производстве рубленых полуфабрикатов. Денатурация осуществлялась при температуре 95 - 98 °С, соотношением массы шкуры и жидкой фазы 1:1,5. Гидролиз осуществлялся при тех же условиях, в присутствии катализатора гидроксида натрия малой концентрации.

Денатурированная и гидролизованная шкура представляют собой гели, лишенные запаха и вкуса, присущего шкуре [2]. Однако гели денатурированной и гидролизованной свиной шкуры отличаются механическими характеристиками и усвояемостью человеческим организмом. Так прочность геля гидролизованной свиной шкуры в 1,5 раза меньше прочности геля денатурированной свиной шкуры. А модуль сдвига (упругости) геля гидролизованной свиной шкуры в 1,3 раза меньше, чем модуль сдвига денатурированной свиной шкуры. Таким образом, гели, полученные из денатурированной свиной шкуры, имеют повышенные прочностные характеристики, при внесении в фаршевую систему таких гелей происходит повышение прочностных характеристик готового продукта, а гели, полученные из гидролизованной свиной шкуры, имеют лучшую усвояемость по сравнению с денатурированной шкурой. В результате сравнения механических характеристик и усвояемости полученных гелей было решено вносить их в фаршевую систему в соотношении 1:1.

Для исследования была выбрана наиболее популярная среди потребителей рецептура рубленых полуфабрикатов «Котлеты Домашние». Переработанная по вышеописанной технологии свиная шкура вносилась в фаршевую систему в разном соотношении, а именно, 8, 10, 12, 16, 20 % с целью отыскания оптимальной доли замены основного сырья на композицию из денатурированного и гидролизованного коллагена. Эксперимент проводился на базе СПК Племзавод «Детскоельский».

Были исследованы характеристики сырого котлетного фарша: содержание сухого вещества, ВУС, прочность, содержание белка и жира; характеристики готового продукта после охлаждения и дальнейшего обжаривания: содержание сухого вещества, ВУС, усадка, прочность, модуль упругости, усилие резанию; а также характеристики готового продукта после замораживания и дальнейшего обжаривания, а именно содержание сухого вещества, ВУС, усадка, прочность, модуль упругости, усилие резанию.

Установлено, что оптимальной долей внесения является 10 %.

На рис. 1 представлен график зависимости прочности котлетного фарша от доли внесения композиции из денатурированного и гидролизованного коллагена. Как видно из представленной зависимости прочность котлетного фарша возрастает с увеличением доли вносимой композиции. Увеличение прочности котлетного фарша положительно сказывается при формировании котлет. Котлетный фарш упрочняется в 1,5 раза.

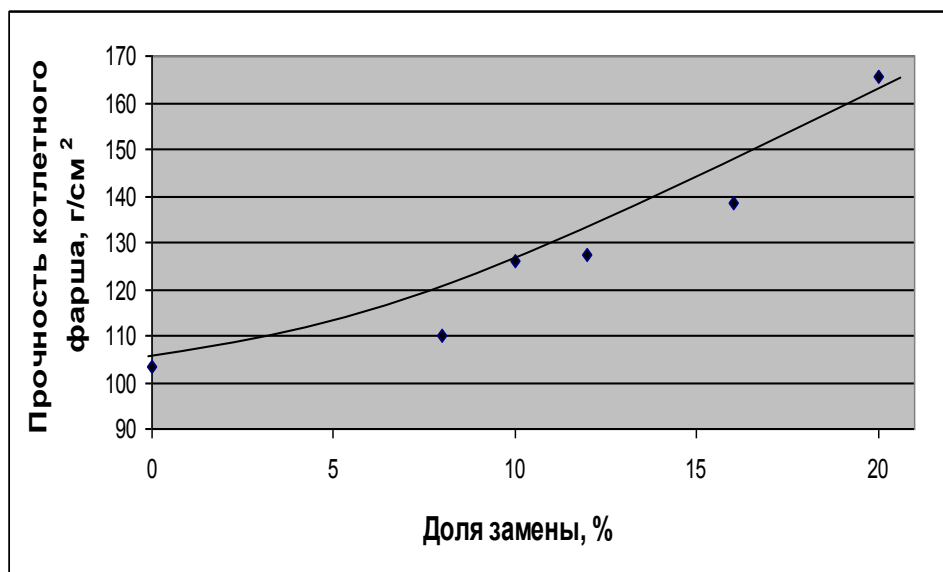


Рис. 1. Зависимость прочности котлетного фарша от доли замены основного сырья на композицию из денатурированного и гидролизованного коллагена в соотношении 1:1

Было отмечено, что внесение композиции оказывает минимальное влияние на содержание сухого вещества в котлетном фарше, оно остается приблизительно одинаковым. ВУС же увеличивается в диапазоне от 61,5 до 65,5 %. Также было отмечено, что внесение добавки из свиной шкуры повышает содержание белка и понижает содержание жира в котлетном фарше, это связано с тем, что композиция из гидролизованного и денатурированного коллагена содержит значительное количество белка и небольшое количество жира, тем самым повышается пищевая ценность готового продукта и понижается его калорийность.

При исследовании прочностных характеристик жареных котлет было отмечено, что котлеты, обжаренные после охлаждения, имеют более высокую прочность по сравнению с котлетами, обжаренными после замораживания. Данная зависимость приведена на рис. 2. Это связано с тем, что кристаллы льда нарушают структуру фарша, снижая тем самым прочностные характеристики.

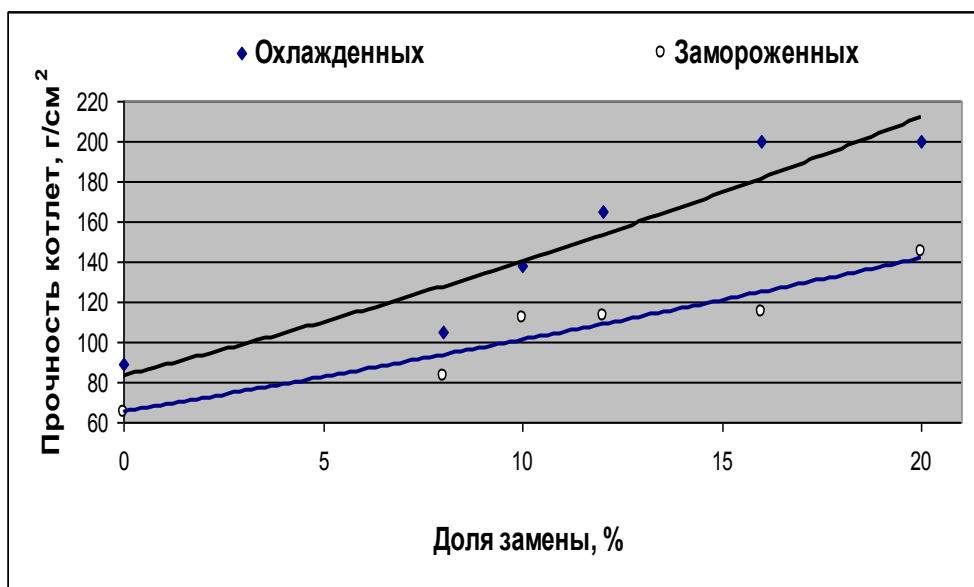


Рис. 2. Зависимость прочности котлет жареных после охлаждения и котлет жареных после замораживания от доли замены основного сырья на композицию из денатурированного и гидролизованного коллагена в соотношении 1:1

При этом модуль сдвига при оптимальной доле внесения композиции для жареных котлет после охлаждения составляет 42 кПа, для жареных котлет после замораживания 34 кПа, усилие реза 4,45 кПа и 3,57 кПа, ВУС находится в диапазоне 49,5-51,2 % и 46,2-47,9 % соответственно, видимая усадка предварительно замороженных котлет больше, чем у охлажденных, однако это увеличение незначительно, находится в пределах 2 % и не сопоставимо с экономической выгодой, получаемой при внесении композиции из денатурированного и гидролизованного коллагена. Существенного изменения содержания сухих веществ не отмечено.

Дегустационная комиссия СПК Племзавода «Детскосильский» в ходе органолептической оценки исследуемых образцов признала, что характеристики продукта, с долей замены основного сырья 10 % являются лучшими. Кроме того, продукт с данной долей замены был более сочным и менее рыхлым, чем образцы с меньшим содержанием добавки, но при этом не такой жесткий как образцы с содержанием добавки 16 и 20 %.

Таким образом, предложенная технология позволяет получить биологически ценный продукт из побочных продуктов мясопереработки, который может быть использован при производстве рубленых полуфабрикатов.

Список литературы:

1. Батечко С.А., Ледзевиров А.М. Коллаген. Новая стратегия сохранения здоровья и продления молодости. // Hobbit Plus ISBN 966 – 218 – 126 – 5. – 2009
2. Куцакова В.Е., Семенова А.А. Пищевые белковые ингредиенты из побочных продуктов мясопереработки. // Все о мясе 2012. №2. С.34 – 36.

УДК 637.071

**ПРИНЦИП КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОЛОКА
ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ЕГО ВЯЗКОСТИ****Е.А. Кузнецова, М.В. Лунин**

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс, г.Орел, Россия

maksixam@yandex.ru

Физико-химические свойства молока обуславливаются концентрацией и степенью дисперсности его составных компонентов. Их можно разделить на свойства, на которые существенно влияют частицы всех дисперсных фаз и свойства, зависящие от истинно растворимых составных компонентов молока. Одно из таких свойств – вязкость, которая определяется составными компонентами молока, находящихся в эмульгированном и коллоидном состояниях. Физико-химические свойства, в том числе вязкость, все больше используются для оценки качества молока.

Вязкость молока можно представить как сумму вязкости воды и приращений вязкости от дисперсной фазы (белки, жиры углеводы) и структурных связей. Структурная составляющая вязкости исчезает при температуре более 34°C в связи с плавлением молочного жира и интенсивным тепловым движением самих элементов структуры. На вязкость молока влияют эмульгированные и коллоидно растворимые частицы, в частности, жира, казеина, а также наличие агломератов жировых шариков, состояния казеина (гидратация, величина мицелл), сывороточных белков, режим и способ обработки молока. При 20°C вязкость цельного молока может изменяться от 0,0013 до 0,0035 Па·с. При развитии в молоке молочнокислых бактерий углеводы, белки, биологически активные вещества используются микроорганизмами в пищу. Ферменты микроорганизмов катализируют гидролиз сложных биополимеров молока, снижается их концентрация, в то же время концентрация низкомолекулярных продуктов метаболизма бактерий увеличивается. В результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий динамическая вязкость сложной дисперсной системы – молока уменьшится, что может быть критерием оценки его качества.

Существуют различные методы определения вязкости жидкостей: с помощью падающего шарика (метод Стокса), истечения жидкости через капилляр (метод Пуазейля), определение вязкости с помощью ротационных вискозиметров (вискозиметр Воларовича, вискозиметр Шведова).

Нами предложен принцип измерения реологических свойств жидкости, основанный на использовании пузырька газа, сформированного на выходе сопла. Измеряется время прохождения пузырьком определенных участков, расположенных на траектории его подъема, с определением динамической вязкости по косвенным зависимостям и метрологической оценкой результатов измерения.

При описании поведения пузырька газа при различных температурах и давлениях использовалось уравнение Ван-дер-Ваальса. Объем газа в пузырьке определим по формуле:

$$V_{\Gamma} = \frac{m_{\Gamma}}{\rho_{\Gamma}} \cdot \frac{p_H \cdot (V_M - b)}{R \cdot T}, \quad (1)$$

где T - температура газа в пузырьке; R - универсальная газовая постоянная; b - константа Ван-дер-Ваальса; m_{Γ} - масса газа; ρ_{Γ} - плотность газа при нормальных условиях; p_H - нормальное давление; V_M - молярный объем газа.

На движущийся в вязкой жидкости пузырёк газа действуют силы, для которых справедливо соотношение:

$$F_A - F_{TP} - m_{\Gamma} \cdot dv/dt = 0, \quad (2)$$

где F_A - сила Архимеда; F_{TP} - сила трения; $m_{\Gamma} \cdot dv/dt$ - сила, действующая на движущийся с ускорением пузырёк (при равномерном движении сила равна нулю).

При этом для предельных значений скорости v_0 , справедливо выражение Стокса:

$$F_{TP} = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot R_{III} \cdot v_0, \quad (3)$$

где v_0 - предельное значение скорости при равномерном движении; R_{III} - радиус шара движущегося в жидкости; η - динамическая вязкость жидкости.

Сила Архимеда, определяется выражением:

$$F_A = m_{ж} \cdot g = \rho_{ж} \cdot V_{Г} \cdot g, \quad (4)$$

где $\rho_{ж}$ - плотность вязкой жидкости; g - ускорение свободного падения.

Учитывая силы, действующие на сферический пузырёк, запишем:

$$V_{Г} = \sqrt{\frac{3}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\frac{6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot R \cdot T}{\rho_{ж} \cdot g \cdot \rho_H \cdot (V_M - b)} \cdot v_0 \right)^3}. \quad (5)$$

Для описания физических процессов движения вязких жидкостей воспользуемся формулой Пуазейля:

$$\eta = \frac{(p_1 - p_2) \cdot R_{III}^2 \cdot t}{4 \cdot l^2} \cdot \left(\frac{R_K^2}{R_{III}^2} - 1 \right), \quad (6)$$

где t – время прохождения пузырьком пути l (учитывая предельное значение скорости, справедливо: $v_0 = l/t$); R_K – радиус измерительной кюветы.

Разность давлений $(p_1 - p_2)$ определим по формуле:

$$(p_1 - p_2) = \rho_{ж} \cdot g \cdot (h_1 - h_2), \quad (7)$$

где h_1 и h_2 - высоты столбов вязкой среды.

Вязкость жидкостей с ростом температуры уменьшается по закону:

$$\eta = A \cdot \exp(W/k \cdot T), \quad (8)$$

где k - постоянная Больцмана; A – множитель, слабо зависящий от температуры T ; W - энергия активации вязкого течения.

Учитывая (6) и (8), перепишем (5) и получим зависимость $V_{Г}(t)$ в виде:

$$V_{Г} = \sqrt{\frac{3}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\frac{M \cdot L \cdot l \cdot W \cdot \left(R_K^2 - \left(\sqrt[3]{V_{Г} \cdot \frac{3}{4 \cdot \pi}} \right)^2 \right)}{t \cdot \left(k \cdot \ln \left(R_K^2 - \left(\sqrt[3]{V_{Г} \cdot \frac{3}{4 \cdot \pi}} \right)^2 \right) + k \cdot \ln(L) \right)} \right)^3}, \quad (9)$$

$$\text{где } M = \frac{6 \cdot \pi \cdot R}{\rho_{ж} \cdot g \cdot \rho_H \cdot (V_M - b)}; L = \frac{\rho_{ж} \cdot g \cdot (h_1 - h_2) \cdot t}{4 \cdot l^2}.$$

На основании результатов теоретического анализа, сформулирован принцип измерения, поясняющийся функциональной схемой на рис. 1.

Газ через сопло 4 поступает в цилиндрическую кювету 1, заполненную вязкой жидкостью. На выходе сопла 4 образуется пузырек газа 3, который перемещается вдоль оси цилиндрической кюветы. Измерение скорости прохождения пузырька в вязкой среде осуществляется с помощью оптических преобразователей, образованных источниками света 2 и фотоприёмниками 5. При движении пузырьки газа изменяют слой жидкости между источником света и фотоприёмником, что приводит к образованию импульсов, поступающих на устройство 6. Устройство 6 осуществляет измерения временного интервала между импульсами, поступающими последовательно на фотоприёмники при движении пузырька.

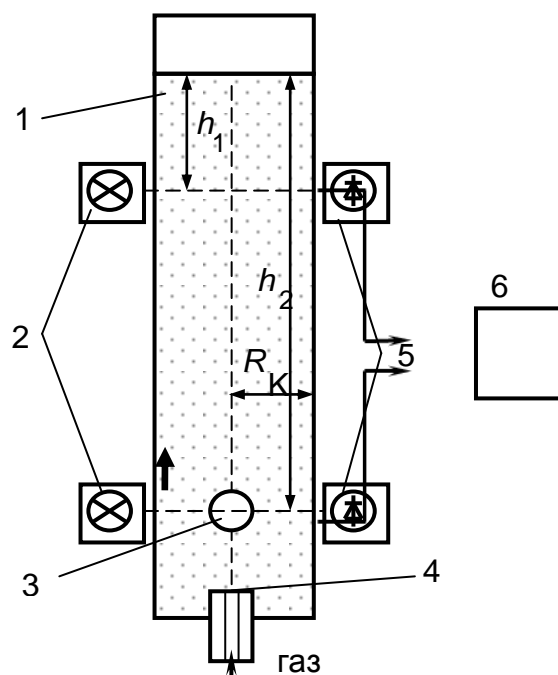


Рис. 1. Функциональная схема устройства контроля динамической вязкости жидкости

Средство измерения, построенное на данном принципе, позволяет с высокой точностью измерять динамическую вязкость жидкости. Применение разработанного высокоточного средства измерения позволяет контролировать динамику изменения динамической вязкости в молоке для оценки его потребительских свойств.

На рисунке 2 показано изменение вязкости молока в зависимости от продолжительности развития молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* 8P-A3 с учетом среднеквадратического отклонения. В течение 52 минут бактерии не изменяли вязкость молока, что характерно для лаг-фазы развития микробной культуры. Затем микроорганизмы вступают в лог-фазу, которая характеризуется интенсивным потреблением питательных веществ и размножением. На 117 минуте наступает стационарная фаза развития микробной культуры, динамическая вязкость молока снизилась до 0,0005 Па·с и более не изменялась.

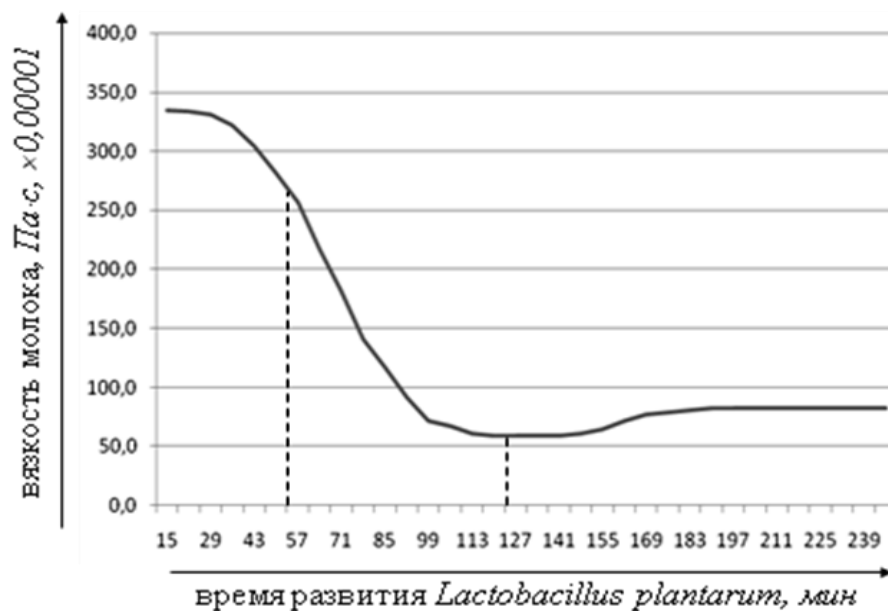


Рис. 2. Влияние продолжительности развития *Lactobacillus plantarum* 8P-A3 на показатель динамической вязкости молока

Предложенный принцип измерения динамической вязкости жидкости, в частности молока, основанный на движении пузырька газа в жидкости позволяет осуществлять контроль за качеством цельного молока и контролировать в нем процесс развития молочнокислых бактерий.

Подобное средство измерения может найти применение и в других пищевых технологиях. Например, в технологии пищевых продуктов, где проводят инструментальный контроль концентрации растворов компонентов, для настройки дозаторов и получения полуфабриката с определенными реологическими свойствами.

УДК637.146.3

**ОТРАБОТКА СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ МУКИ
АМАРАНТА В МОЛОЧНУЮ СМЕСЬ****Ф.Б. Хомидов, Т.Н. Евстигнеева**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

romihka@mail.ru

На кафедре технологии молока и пищевой биотехнологии СПбНИУ ИТМО ИХиБТ проводятся исследования с целью разработки рецептуры и технологии кисломолочных напитков с мукой семян амаранта – ценного пищевого сырья [1,2].

Одной из задач явилось определение рационального режима внесения муки амаранта в нормализованную молочную смесь.

Были проведены исследования по изучению распределения муки амаранта в воде, а затем в цельном молоке в диапазоне температур от 20 до 90 °С с шагом 10 °С.

В ходе проведения эксперимента в 100 мл воды (или молока), нагретой до заданной температуры, вносили 2 г муки амаранта при энергичном перемешивании, полученную однородную смесь выдерживали в течение 10 минут в водяной бане с той же температурой, после чего охлаждали до 20 °С и вновь перемешивали. Затем отмеряли 10 мл смеси в градуированные пробирки, выдерживали при комнатной температуре 10 мин, после чего замеряли объем осадка, а также визуально оценивали его внешний вид (табл.1.). Результаты опытов на воде и молоке практически не отличались.

Таблица 1

Изучение влияния температуры на равномерность распределения муки амаранта в молоке

№ образца	Температура молока, °С	Объем осадка, мл	Внешний вид осадка
1	20	1,8	Однородный осадок, четкая граница раздела фаз
2	30	1,8	То же
3	40	1,8	То же
4	50	1,0	То же
5	60	1,0	То же
6	70	1,4	Граница раздела менее четкая
7	80	3,4	Граница раздела нечеткая, размытая
8	90	3,4	То же

Отмечено, что в процессе выдержки наблюдалось оседание частиц муки амаранта, причем, в диапазоне температур от 20 до 40 °С объем образовавшегося осадка практически не отличался, имелась четкая граница между осадком и надосадочной жидкостью.

При температуре от 50 до 60 °С объем осадка муки уменьшился, вероятно, в связи с растворением в водной фазе протеинов амаранта (водорастворимых).

С увеличением температуры до 70 °С и выше объем осадка возрастал, однако этот осадок становился рыхлым, все менее плотным, при последующем перемешивании мука вновь легко распределялась по всему объему смеси. Данное явление может быть объяснено увеличением способности муки амаранта связывать воду за счет наличия в ней мелкозернистого крахмала (применяемого в пищевой промышленности в качестве загустителя и стабилизатора).

Замечено, что процесс распределения муки в воде и молоке при температуре 90 °С был затруднен, так как имело место слипание частиц, обусловленное, вероятно, клейстеризацией крахмала.

Были проведены опыты, в которых смешивали муку с водой и молоком с температурой 60 °С, а затем уже нагревали полученную смесь до требуемой более высокой температуры. В данном случае клейстеризация частиц муки не наблюдалась, величина осадка была практически такой же, как при смешении муки с жидкостью с температурой 90 °С, однако процесс распределения муки в смеси не сопровождался ранее наблюдаемым слипанием частиц.

Таким образом, при производстве жидких молочных продуктов с мукой амаранта наполнитель следует вносить в небольшой объем нормализованного по массовой доле жира молока при температуре 60 °С, при постоянном перемешивании подогреть полученную смесь до 90 °С, выдерживать в течение 10-15 минут, охлаждать до температуры 20-30 °С, а затем смешивать ее с основной массой нормализованного молока.

Список литературы:

1. Камышева И. М., Спецакова И. Д., Доморощенко М. Л. Характеристика углеводных фракций семян амаранта /Материалы Международной научно-практической конференции «Люпин и амарант – источники новых пищевых и диетических продуктов»/. СПб, 1996. с.35 – 36.

2. Красильников В. Н., Камышева И. М. Исследование химического состава семян амаранта, выращенных в различных регионах СНГ /Тезисы докладов Межрегионального межотраслевого научно-производственного семинара «Амарант – проблемы возделывания и использования»/. Екатеринбург, 1992. с.92 – 93.

УДК 637.3.05

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АПЕЛЬСИНОВЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЯГКОГО СЫРА

Н.В. Яковченко, Л.А. Силантьева

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

frack@mail.ru

Нарушение пищевого статуса и экологически неблагоприятная ситуация в нашей стране способствует снижению иммунитета и нарушению обмена веществ населения России.

Одним из перспективных направлений для решения данной проблемы является создание комбинированных продуктов питания. Производство продуктов, обогащенных добавками растительного происхождения, позволяет расширить ассортимент конкурентоспособных функциональных продуктов и повысить их пищевую ценность.

Особое внимание привлекает использование немолочных сырьевых ресурсов в сыроделии. Сыр – высокобелковый, биологически полноценный пищевой продукт. Его пищевая и биологическая ценность обусловлена высоким содержанием в нем молочного белка и кальция, наличием необходимых человеческому организму незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных солей и микроэлементов [1].

В качестве растительных компонентов для обогащения сыра биологически активными веществами были выбраны топинамбур и морковь.

Морковь обладает кроветворным, бактерицидным, общеукрепляющим, противовоспалительным, желчегонным, мочегонным, слабительным, ранозаживляющим, болеутоляющим, антисклеротическим действием [2]. Она широко используется в диетическом и лечебном питании. Морковь применяют при малокровии, цинге, ревматизме, расстройстве зрения, сердечно-сосудистых заболеваниях, упадке сил.

Благодаря всему выше перечисленному морковь издревле считалась эликсиром здоровья и красоты [3]

Топинамбур оказывает благотворное влияние на абсолютно все звенья и механизмы развития болезней системы пищеварения, что нашло своё подтверждение в результатах ряда независимых друг от друга исследований, проведённых в разные годы и в различных клиниках и институтах. Топинамбур усиливает кровоснабжение слизистой оболочки всех отделов желудочно-кишечного тракта, благотворно влияет на поджелудочную железу и заметно стимулирует двигательную активность желудочно-кишечного тракта [4].

Для того чтобы свести к минимуму сезонные изменения состава молока, стандартизировать время сычужной коагуляции и прочность образующегося сгустка, мягкий сыр был выработан из ультрафильтрационного концентрата с низким фактором концентрирования [5] с добавлением сухого порошка топинамбура и стерилизованного пюре моркови.

На первом этапе исследований были подобраны концентрации вносимых добавок, а также способ их внесения. Порошок топинамбура был внесен перед тепловой обработкой смеси. Предварительно он был смешан с небольшим количеством ультрафильтрационного концентрата. Стерилизованное пюре моркови было внесено после пастеризации смеси. Массовые доли добавок растительного происхождения были выбраны исходя из органолептических показателей сгустков и составили:

- для сухого порошка топинамбура – не более 2 %
- для пюре стерилизованной моркови - не более 8%

На следующем этапе эксперимента было изучено совместное влияние, как сухого порошка топинамбура, так и пюре стерилизованной моркови на органолептические показатели сгустков.

Анализируя результаты, был сделан вывод, что при совместном использовании добавок их оптимальные дозы составляют:

- для сухого порошка топинамбура – не более 2%
- для пюре стерилизованной моркови - не более 6%

Для разработки рецептуры мягкого сыра провели подбор оптимальной дозы закваски на основе штаммов мезофильных молочнокислых стрептококков. Исходя из полученных данных, была выбрана доза закваски на обезжиренном молоке в количестве 0.5-1.5%.

В ходе экспериментальных исследований был получен мягкий сыр с пониженным содержанием жира. Для улучшения органолептических показателей продукта были выбраны апельсиновые волокна Цитри - Фай 100. «Цитри-Фай» - натуральное волокно, извлеченное из клеточных тканей высушенной апельсиновой мякоти без использования химических реагентов, с помощью механической обработки, а именно – путем раскрытия и расширения структуры ячеек апельсинового волокна. «Цитри-Фай» также обладает высокой жиросвязывающей способностью, эмульгирующими, стабилизирующими, структурообразующими свойствами. Связанная с водой клетчатка, устойчива к высоким температурам варки, стерилизации, пастеризации, устойчива и стабильна при замораживании и размораживании. Высокие функционально-технологические свойства волокон Цитри-Фай в сочетании с биологической ценностью относят их к полифункциональным волокнам для пищевой промышленности. Основное назначение апельсиновых волокон «Цитри-Фай» – это повышение энергоценности, снижение себестоимости, появление новых вкусовых решений, улучшение качества и органолептических свойств конечного продукта [6]. Для обеспечения санитарно-гигиенических требований пищевые волокна вносили в различных концентрациях перед пастеризацией смеси. При оценке качества готового продукта, а именно влияния пищевых волокон на формирование полноты вкуса и компенсирования недостатка жира, была выбрана их дозировка не более 1% от массы готового продукта. Необходимо отметить, что выбранные пищевые волокна практически не влияют на влажность и активную кислотность готового продукта, что позволяет не вносить изменения в технологическом режиме производства сыра.

Список литературы:

1. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 3. Сыры (Кузнецов В.В., Шилер Г.Г.; Под общей ред. Г. Г. Шилера). СПб: ГИОРД, 2003. 512 с.
2. Новичихина Л.И. Зеленая аптека на грядках док. Миттлайдера. Мн.: ООО «Интерпрессервис», 2003. 351с.
3. Лебедева А. Т., Туленкова А. Г. Овощи круглый год. М.: Фитон +, 2000. 303с.
4. Полянский К.К., Родионова Н.С. Топинамбур: перспективы использования в молочной промышленности. - Воронеж: Воронежский государственный университет, 1999. 104 с.
5. Lucey J. Dairy ingredients in cheese making – possibilities and problems // Dairy pipeline. 2000. V.12. №2. P. 4
6. www.firmageorgia.ru

УДК 637

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА МОРОЖЕНОГО БЕЗ САХАРА**А.Е. Зырянова, Т.П. Арсеньева**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

neliel_@mail.ru

Экономическая нестабильность в стране на рубеже веков, нарушение экологической обстановки, несбалансированность пищевого рациона, употребление рафинированных продуктов питания привели к значительным негативным отклонениям в состоянии здоровья широких слоев населения, к уменьшению сопротивляемости организма, что в свою очередь способствовало росту социальных болезней, таких как сахарный диабет а также, увеличению числа болезней нарушения обмена веществ, сердечнососудистых и онкологических заболеваний.

По данным разных авторов в странах Западной Европы 10-20% мужчин и 20-25% женщин имеют избыточную массу тела или ожирение. Ожирение в свою очередь приводит к сахарному диабету.

В настоящее время сахарный диабет занимает одно из ведущих мест среди широко распространенных заболеваний неинфекционной природы. Сахарный диабет называют "неинфекционной эпидемией", которая охватила более 150 млн человек в мире[5].

Одним из рациональных путей решения данной проблемы является расширение ассортимента и, как вариант, разработка технологии мороженого для людей, страдающих сахарным диабетом.

Мороженое – сладкий, взбитый замороженный продукт, вырабатываемый в широком ассортименте, в состав которого входят: белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные соли [1].

В настоящее время производство мороженого – один из наиболее крупных и динамично развивающихся секторов пищевой промышленности России. Большой интерес в теоретическом и практическом плане представляет изучение возможностей применения нетрадиционных добавок, стимулирующих выработку инсулина и способствующих улучшению белкового и липидного обмена.

На долю сахарозы от общей массы сухих веществ мороженого приходится 15 %, поэтому в мороженом для диабетического питания необходимо осуществить замену сахара компонентами животного и растительного происхождения.

Амарантовая мука была выбрана в виду ее лечебно-диетических свойств и врачебной рекомендации к употреблению. Амарантовая мука обладает высокой пищевой ценностью и уникальным биохимическим составом (в частности, по содержанию незаменимых аминокислот, мощных антиоксидантов и минеральных веществ мука, полученная из зерен амаранта, во много раз превосходит большинство традиционно выращиваемых в России злаковых культур - пшеницу, рис, сою, кукурузу и др.).

Клетчатка, содержащаяся в амарантовой муке, замедляет усвоение углеводов и жиров, способствуя тем самым стабилизации уровня сахара в крови. Снижает уровень инсулина и витамин Е, высоким содержанием которого отличается этот растительный продукт. Благодаря холину, фитостеролам и сквалену амарантовая мука эффективно способствует улучшению жирового обмена. А, кроме того, в состав муки амаранта входят вещества, играющие непосредственную роль в процессе естественной выработки поджелудочной железой инсулина (магний и аминокислота триптофан) [6].

Выбор заменителей сахара остановили на стевиозиде и изомальте, т.к. стевиозид и изомальт рекомендованы к применению при профилактике и лечении сахарного диабета первого и второго типа. Стевиозид считается безвредным натуральным подсластителем низкой энергетической ценности, нетоксичным, не обладающим мутагенным, канцерогенным действием, устойчивым к нагреванию, длительному хранению, воздействию кислот и щелочей, не требующим большой дозировки, безвреден при длительном употреблении [4]. Изомальт, в свою очередь, является безопасным низкокалорийным и диетическим продуктом, имеет низкий гликемический индекс, а так же обладает чистым сладким вкусом [7].

Топинамбур оказывает благотворное влияние на абсолютно все звенья и механизмы развития болезней системы пищеварения, что нашло своё подтверждение в результатах ряда независимых друг от друга исследований, проведённых в разные годы и в различных клиниках и институтах. Топинамбур усиливает кровоснабжение слизистой оболочки всех отделов желудочно-кишечного тракта, благотворно влияет на поджелудочную железу и заметно стимулирует двигательную активность желудочно-кишечного тракта [3].

В последнее время в диетотерапии при заболевании сахарным диабетом рекомендуется использование топинамбура, так как он обладает сахаропонижающей способностью, снижает давление, повышает гемоглобин, благотворно влияет на поджелудочную железу

На первом этапе работы осуществляли подбор вида и дозы муки амарантовой, топинамбура и заменителя сахара.

По результатам исследований была выбрана доза муки амарантовой в сочетании с рекомендуемой концентрацией порошка топинамбура. Дозу внесения амарантовой муки варьировали от 1% до 4% с шагом 0,5%. Органолептическая оценка образцов представлена в таблице 1, вязкость - на рис 1.

Как видно из таблицы 1 и рис. 1, повышение дозы муки амарантовой на 0,5% значительно влияет как на органолептические показатели, так и на относительную вязкость смеси. При повышении концентрации муки от 1% и выше усиливается ощущение «сливочности» смеси, но так происходит только до достижения концентрации 3%, вкус продукта становится более полным, повышается его относительная вязкость. При дальнейшем увеличении концентрации муки амарантовой наблюдается излишняя густота продукта, появляется мучнистый вкус, консистенция становится крупитчатой.

Таблица 1

Органолептическая оценка образцов с различной концентрацией муки амарантовой

№ образца	Органолептические показатели		
	Вкус	Цвет	Консистенция
1	Пустой, с ярко выраженным привкусом топинамбура, недостаточная сладость	Светло-кремовый	Однородная, с частичками топинамбура
2	Недостаточно выраженный, имеется легкое сливочное послевкусие		Более вязкая, чем образец №1
3	Нежный, сливочный		Более вязкая, чем образец №2
4	Ярко выраженный сливочный вкус		Умеренная вязкость
5	Нежный, ярко выраженный сливочный вкус		Гуще, чем образец №4
6	Мучнистый, слабо выражен сливочный привкус		Чересчур густая, неоднородная
7	Излишне мучнистый		Чересчур густая, крупитчатая

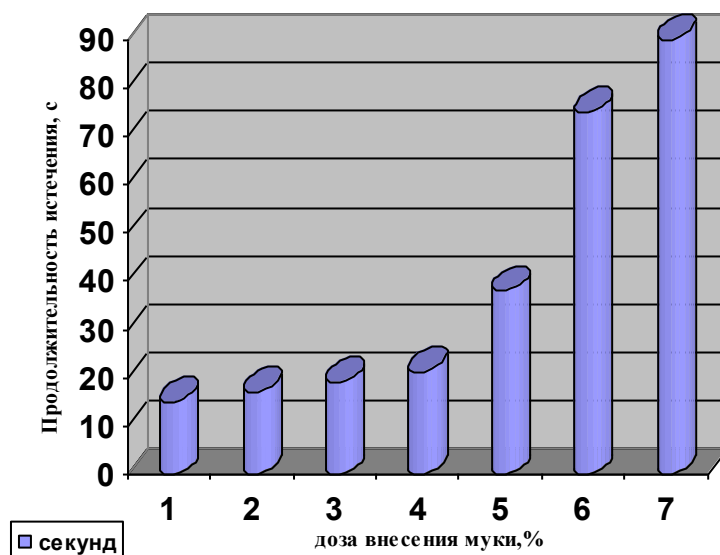


Рис. 1. Изменение относительной вязкости опытных образцов смесей в зависимости от концентрации муки амарантовой

Параллельно для корректировки относительной вязкости смеси были изготовлены 12 опытных образцов с тремя предложенными стабилизаторами, по 4 образца с каждым стабилизатором, в которых изменяли количество вносимого стабилизатора от 0,4 до 0,1 % с шагом 0,1 %. Согласно полученным результатам был выбран опытный образец с дозой внесения 0,3 % стабилизатора Кремодан 334, который обеспечивал необходимую взбитость готового продукта и сопротивляемость таянию, а по вкусу превосходил остальные опытные образцы.

Дозу внесения стевиозида варьировали от 0,70 до 0,30 % с шагом 0,05 %. Опытные образцы с различной дозировкой оценивали по органолептическим показателям. В результате экспериментальных исследований, наивысшая балльная оценка была достигнута при внесении стевиозида в количестве 0,50 %. При данной концентрации обеспечивается достаточная сладость и отсутствие специфического вкуса

На основании полученных результатов теоретически были рассчитаны восемь рецептур, из которых в последствии были выбраны две рецептуры.

Список литературы:

1. Арсеньева Т.П. Справочник технолога молочного производства. Т.4. Мороженое. СПб: ГИОРД, 2002. 79 с.
2. Новичихина Л.И. Зеленая аптека на грядках док. Миттлайдера. Мн.: ООО «Интерпрессервис», 2003. 351с.
3. Полянский К.К., Родионова Н.С. Топинамбур: перспективы использования в молочной промышленности. Воронеж: Воронежский государственный университет, 1999. 104 с.
4. Никифорова Т.А. «Пищевые добавки и ароматизаторы» СПбГУНиПТ, 2009.
5. www.tvoezdorovie.ru
6. <http://www.gabris.ru/gabris/health/amarant/muka.php>
7. <http://dobavkam.net>

УДК 663

ПРОДУКТЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ И ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Т.А. Никифорова, Т.Н. Губасова

ГНУ ВНИИ пищевых ароматизаторов, кислот и красителей Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия

Увеличение объёмов производства продукции с высокой биологической и пищевой ценностью является приоритетным направлением государственной политики на текущий момент и перспективу. В реализации намеченных планов роль науки весьма велика и она возрастает в связи с необходимостью перехода пищевой индустрии на инновационный путь развития и с созданием нового поколения продуктов. В условиях рыночной экономики устранён дефицит продуктов на потребительском рынке, но заинтересованность в здоровом и полноценном питании волнует самые различные категории населения и с этим связан их интерес к продуктам со статусом "функциональные" и "органические".

Первые ориентированы на реализацию современной теории питания, а органические – на безопасность и сохранение полезных свойств произведённой пищевой продукции.

К продуктам органического производства относится продукция растениеводства, животноводства, птицеводства и пчеловодства, полученная в соответствии с принципами органического сельского хозяйства, а пищевые продукты считаются органическими, если в их составе содержится не менее 95% пищевых продуктов и/или пищевых ингредиентов, полученных путём "органического" производства, а максимальное содержание остальных ингредиентов в конечном продукте не превышает 5% от массы всех ингредиентов (за исключением пищевой соли и воды).

В органическом сельском хозяйстве реализуются принципы сознательного исключения использования химических удобрений, пестицидов, регуляторов роста, антибиотиков, генетически модифицированных микроорганизмов, а повышение урожайности достигается применением органических удобрений в сочетании с эффектом севооборотов.

При переработке сельскохозяйственного сырья для получения органической продукции используют щадящие технологические процессы, исключая такие приёмы как химическое рафинирование, дезодорирование, гидрогенизация, радиационное облучение, а также минерализацию и витаминизацию готовой продукции. То есть для получения органической пищи сырьё должно обрабатываться только биологическими, механическими и физическими методами, чтобы сохранить в ней питательную ценность и все жизненно важные элементы.

Регламентирован также перечень пищевых добавок и ингредиентов, которые могут быть использованы при выработке органических пищевых продуктов. Критерием их применения является принцип предосторожности. Допустимо использование 38 наименований пищевых добавок и 32 вспомогательных средств из более чем 500 разрешённых в России.

Так, для органической пищевой продукции применяют добавки, полученные только из натурального сырья или микробиологическим путём. Такие же требования при применении красителей и ароматизаторов (только натуральные). Запрещено использование консервантов. В качестве антиоксидантов можно применять аскорбиновую кислоту (E300) и концентрат смеси токоферолов (E306), а из подкислителей и регуляторов кислотности лимонную (E330), молочную (E270), яблочную (E296), аскорбиновую (E300) кислоты, некоторые соли лимонной (E331), винной (E335, E336) кислот.

Для регулирования и формирования консистенции пищевых органических продуктов допущен достаточно обширный спектр пищевых добавок, полученных из растительного сырья и микробиологическим путём. Это такие пищевые добавки как альгиновая кислота (E400) и её соли (E401 и E402), агар (E406), каррагинан (E407), гуммиарабик (E414), пектин (E440) и ряд камедей (E410, E412, E413, E415, E416).

В России продажи органических продуктов в 2012 году, по сравнению с 2011 годом, выросли на 7,8%, и достигли 148,0 млн. долл. США. По прогнозам в 2013 году они составят 167,0 млн. долл. США, а к 2015 году – 225,0 млн. долл. США [1]. В России органическое сельское хозяйство начало активно развиваться только с 2007 года и к 2009 году площади органических сельхозуго-

дий достигли 78,5 тыс. га, что составляет всего 0,04% от общих возделываемых сельхозугодий страны [2].

Объёмы продаж органических продуктов зависят во многом от платёжеспособности и роста благосостояния потребителей. Формирование рынка этой продукции должно идти в направлении создания собственного производства с минимизацией импортной продукции как достаточно дорогостоящей.

Поэтому ведущим направлением в решении вопросов здорового питания на ближайшую перспективу является применение в составах рецептур пищевых продуктов физиологически функциональных ингредиентов и создание продукции функционального назначения.

В категорию функциональных ингредиентов входят витамины, пищевые волокна, фитостерины, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики, минеральные вещества и др.

Как показали исследования НИИ питания РАМН, снижение потребления россиянами мяса, молока, рыбы, овощей и фруктов, отмеченное в последние 20 лет, приводит к дефициту поступления в организм таких минеральных веществ как железо, магний, кальций. Их восполнение в требуемых объёмах целесообразно осуществлять путём обогащения этими элементами продуктов массового потребления. Лучшей биопригодностью, то есть степенью усвояемости непосредственно в организме человека обладают, как известно, соли лимонной и молочной кислоты.

В институте разработан ряд технологий пищевых добавок на основе органических кислот: цитрат аммония – железа, лактат железа, лактат магния, цитрат кальция.

Исследования по обогащению ими хлебобулочных изделий, кисломолочных продуктов, молочных и сокодержущих напитков показали, что эти добавки объединяют в себе такие характеристики как биопригодность, высокое содержание минералов, технологичность и высокий вкусоароматический профиль, что даёт основание говорить о перспективности их применения при создании функциональных пищевых продуктов.

К числу функциональных ингредиентов относятся синтезированные в институте микробиологическим путём ингибиторы гликозидаз. Это - вещества, подавляющие активность ферментов, катализирующих гидролиз углеводов в ЖКТ и, тем самым, снижающие содержание глюкозы в крови. На их основе разработаны комплексные пищевые добавки антидиабетического назначения.

Вышеперечисленные пищевые ингредиенты относятся к инновационным разработкам, для их продвижения в промышленности необходима заинтересованность бизнеса к переходу к новым высокотехнологичным решениям и государства в развитии отечественного производства функциональных пищевых продуктов.

Список литературы:

1. Российский рынок органической продукции ускоряет рост. <http://www.retail.ru/news/71010>
2. Ларионов А.В., Леметти Ю.А., Модель формирования регионального аграрного кластера. Интернет журнал "Экономические исследования". № 6, ноябрь 2011. http://www.erce.ru/internet-magazine/all_archive/27/386

УДК 636.084.42

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОБОГЩЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ УЛЬТРОМИКРОЭЛЕМЕНТОМ СЕЛЕНА ПУТЕМ АДАПТАЦИИ КОРМОВОГО РАЦИОНА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

Н.П. Оботурова, Е.В. Потапенко, А.В. Серов

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

Dorogusha007@yandex.ru

Важнейшим условием повышения продуктивности цыплят-бройлеров является организация рационального и полноценного кормления. С целью обеспечения высокой продуктивности птицы, качества мясного сырья, перопуховой продукции, сохранности здоровья и устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды необходимо наряду с обеспечением сбалансированности рационов по энергетической и питательной ценности, удовлетворить потребность в микроэлементах и витаминах.

К числу наиболее важных микронутриентов для организма птицы относится селен. Селен является жизненно важным ультрамикроэлементом с уникальными биологическими функциями и широким спектром биологического действия его соединений.

Содержание селена и витаминов в мясе невелико, поэтому считаем целесообразным такой способ коррекции его уровня, как разведение сельскохозяйственных животных и птицы с использованием Se-обогащенной кормовой базы, благодаря которому удастся не только получить качественную продукцию, но и в целом повысить отрасль птицеводства.

В последние годы (2010-2013) на экспериментальной базе Северо-кавказского федерального университета и Ставропольского государственного аграрного университета (г. Ставрополь), АНО центра биотической медицины (г. Москва) был осуществлен комплекс научных исследований по использованию препаратов «Экстраселен+Е» и «Экстраселен+Vit», синтезированных авторским коллективом под руководством Серова А.В. (СКФУ), в рационе кормления цыплят-бройлеров. Изучено влияние препаратов на увеличение мясной продуктивности птицы, гематологические показатели крови цыплят-бройлеров. Определены показатели качества мясного сырья, разработаны рецептуры и технология производства новых видов продуктов из обогащенного сырья.

Экспериментальная часть работы выполнялась в условиях ИП Ламонова (2010 г), а также ИП Потапенко (2012-2013 гг), по методике ВНИТИП на цыплятах-бройлерах кросса «Росс 308» без деления по полу.

Основные исследования велись на базе кафедры «Технологии мяса и консервирования» СКФУ. Для проведения исследований методом аналогов в 18-дневном возрасте было сформировано 2 партии цыплят (К, О) по 14 голов в каждой.

К – контрольная партия бройлеров,

О – опытная партия бройлеров.

Выпойка цыплят проводилась с добавлением препаратов «Экстраселен+Е» и «Экстраселен+Vit». Смена воды производилась ежедневно. Контрольная партия употребляла обычную воду. Для опытной партии использовалась питьевая вода с концентрацией селена 125 мкг/л., для которой в 10 л воды растворяли 1 мл препарата. Вода подавалась в равном количестве для каждой партии, с последующим увеличением объема.

В ходе опыта вели учёт динамики живой массы и сохранности бройлеров. В процессе выращивания каждые 3 дня индивидуально производилось взвешивание птицы на электронных весах с точностью до 0,5 г. Сравнительная характеристика результатов представлена на рис 1.

Анализ результатов показывает, что препараты доказали свою эффективность с первой недели использования. С течением времени птица опытных партий набирала вес гораздо более активной, нежели контрольных. К тому же на данном этапе эксперимента отмечали стабильную однородность стада опытной группы и большие различия по массе у цыплят контрольной группы.

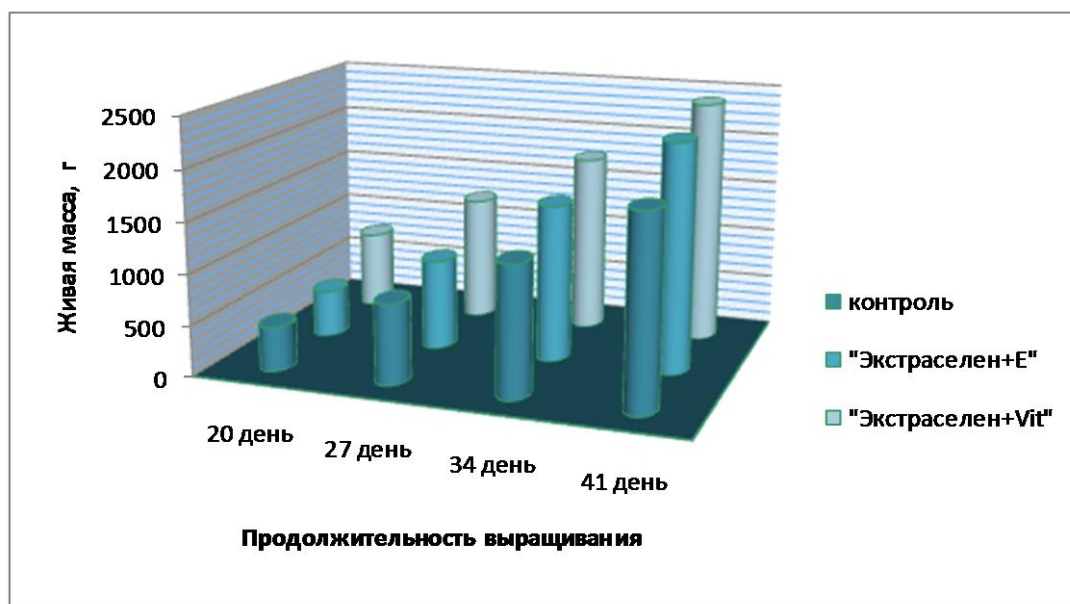


Рис. 1. Динамика увеличения живой массы цыплят-бройлеров

В конце откорма для определения химического состава мяса был произведён контрольный убой 3 голов бройлеров из каждой партии. Результаты исследования на приборе «Фудскан» (СГАУ) приведены в таблице 2.

Таблица 2

Исследуемые показатели	Химический состав сырья								
	Группа 1			Группа 2			Группа 3		
	Контрольные образцы			Экстраселен+Е			Экстраселен+Vit		
	Грудка	Бедро	Печень	Грудка	Бедро	Печень	Грудка	Бедро	Печень
Жир	2,34	6,37	4,87	1,55	7,36	6,26	1,62	3,56	6,0
Коллаг.	0,72	0,97	0,93	0,62	0,62	0,56	1,20	1,38	0,6
Влага	75,72	72,79	68,02	76,37	74,07	72,60	75,98	76,41	72,85
Соль	2,19	1,93	0,83	1,78	1,15	0,30	2,45	1,99	0,6
Белок	19,85	17,89	16,34	21,23	19,16	17,89	22,78	19,78	18

Из таблицы видно, что содержание белка в образцах максимально в группе, имевшей в рационе «Экстраселен+Vit», минимально – у контрольных образцов, что позволяет сделать выводы о полноценности выбранного рациона. Содержание жира в опытных образцах ниже, чем в контрольных, что говорит о диетических свойствах мясного сырья.

В АНО центре биотической медицины были проведены исследования по определению концентрации селена в продуктах переработки птицы, полученных после уоя контрольных и опытных образцов. Результаты исследования представлены на рисунке 2.

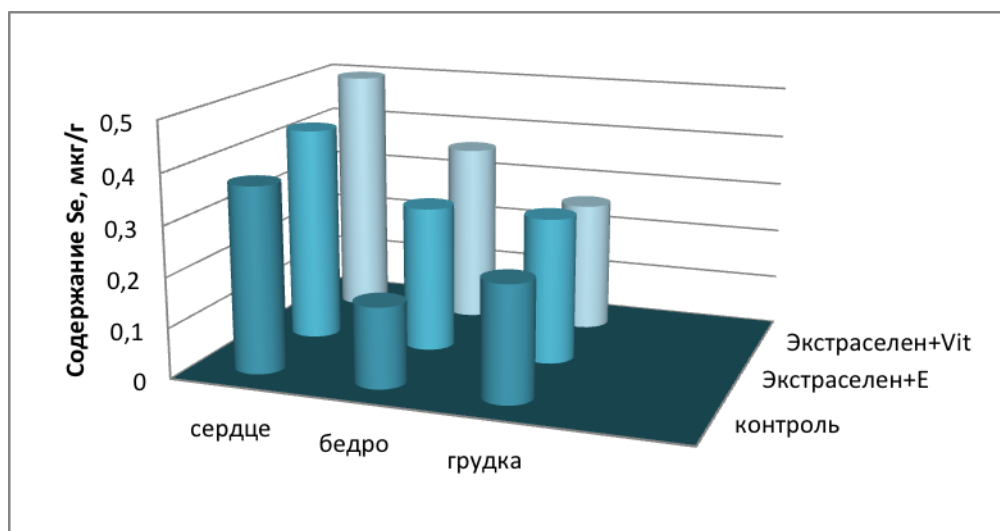


Рис. 2. Содержание селена в образцах

Из приведенных данных видно, что концентрация селена в тканях цыплят опытных группы достоверно выше, чем у цыплят контрольной группы. За счет применения препаратов «Экстраселен+Е» и «Экстраселен+Vit» в рационе цыплят бройлеров, содержание селена в мясном сырье в среднем увеличилось на 36%.

Наша работа полностью вписывается в систему национальных инновационных проектов и программ России. В частности, одной из приоритетных является обеспечение населения продовольственными продуктами повышенной биологической ценности.

В рамках программы возрождения и повышения конкурентоспособности агропромышленного сектора наша работа, способствуя повышению эффективности отрасли за счет повышения привесов, внесет свой положительный вклад в возрождение животноводства.

УДК 637.528

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ОБРАБОТКИ НА ОПТИЧЕСКИЙ СПЕКТР МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ И МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА СВИНИНЫ

С.М. Орехова, А.П. Нечипоренко

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

sveta.orehova2012@yandex.ru

Одним из эффективных и современных методов консервирования мясопродуктов и сырья животного происхождения для хранения при низких положительных температурах является использование ионизирующих излучений [1]. При этом к числу наиболее перспективных методов безреагентного консервирования относится электронно-лучевая обработка [1]. В данной работе представлены результаты исследования оптических характеристик поверхности облученных образцов мышечной ткани и мышечного волокна методом ЭСДО (электронная спектроскопия диффузного отражения).

Поскольку мышечное волокно является основной и наиболее важной составляющей мышечной ткани, особый интерес представляло исследование влияния процессов радиолитического спектра его поверхности. Сопоставление же с облученными в тех же условиях образцами мышечной ткани позволяет спектрально оценить радиационный рубеж, с которого начинается разрушение мышечного волокна, а также роль и вклад в эти процессы компонентов саркоплазмы. Следует заметить, что литературные данные по спектральному исследованию мышечного волокна, в том числе и свинины, отсутствуют.

Объектом исследования явились измельченная (2,5 мм) мышечная ткань свинины и, полученное из нее водной экстракцией в течение 12 часов, мышечное волокно.

Электронные спектры поглощения поверхности образцов снимали на спектрофотометре «Specord M-200» с компьютерной обработкой данных.

Обсуждение результатов

Три кривые, приведенные на рис. 1, представляют собой электронные спектры поверхности поперечного среза (1), измельченной мышечной ткани (2) и мышечного волокна (3), полученного водной экстракцией образца (2). Реструктуризация мышечной ткани, в том числе и при механическом помоле, часто сопровождается дифференциацией полос и (или) увеличением их интенсивности в средней УФ-области (200 – 300 нм) ее спектра. Это наблюдается в спектре измельченной мышечной ткани (2) и говорит о деструкции химических связей в структуре белково-углеводного комплекса (240 – 300 нм) на поверхности частичек образца. Кроме того, появление полосы метмиоглобина при 635 нм в спектре данного образца и деформация дублета миоглобина (540/580 нм), указывают на окисление пигмента мышечной ткани при ее измельчении. Из относительного расположения спектральных кривых (2) и (3) видно, что удаление саркоплазматических веществ, приводит к резкому снижению поглощения во всем исследуемом диапазоне длин волн. Снижение поглощения отдельных полос, всего спектра или его фрагмента в определенной области электромагнитного излучения указывает на разрушение или удаление соответствующих веществ.

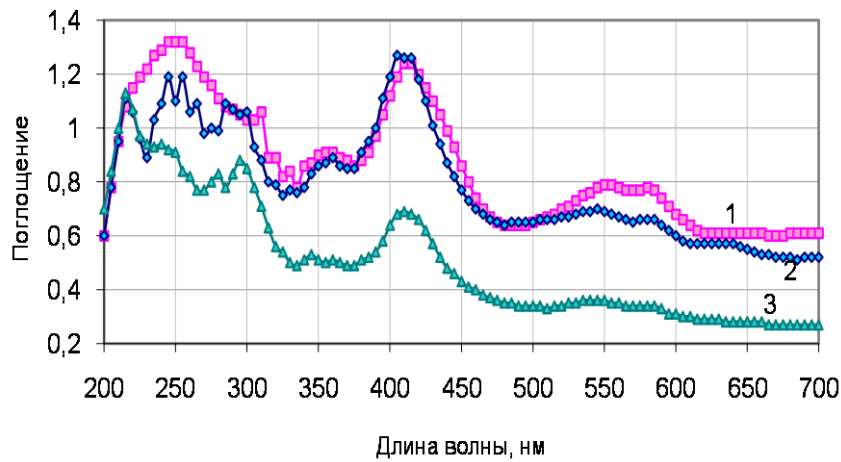
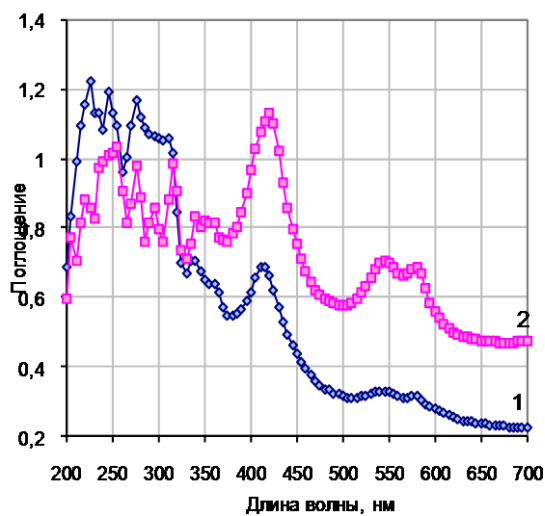


Рис. 1. Электронные спектры поглощения поверхности необлученных образцов мышечной ткани и мышечного волокна
1 – поперечный срез мышечной ткани, 2 – измельченная мышечная ткань, 3 – мышечное волокно

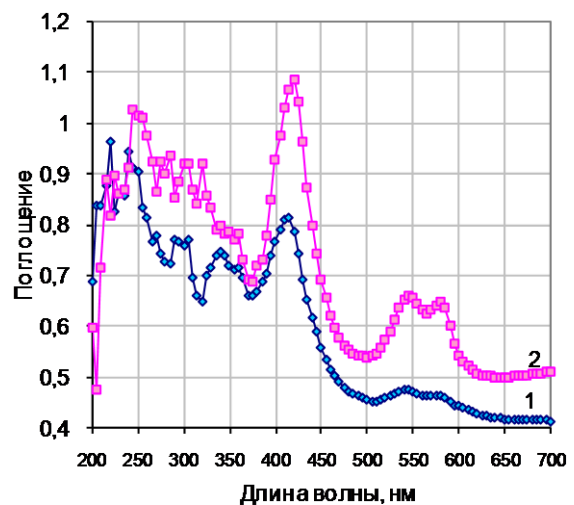
Блок-рис. 2 иллюстрирует электронные спектры поверхности облученных образцов мышечной ткани и мышечного волокна и их изменение в зависимости от поглощенной дозы. Первое, что обращает на себя внимание, это исчезновение полосы метмиоглобина из спектров всех облученных образцов мышечной ткани и более четкая прорисовка дублета миоглобина. Однако цветность образцов с повышением поглощенной дозы излучения падает. Кроме того, взаимное расположение кривых светопоглощения в рассматриваемом диапазоне длин волн говорит о неоднозначности влияния величины поглощенной дозы излучения на компоненты мышечной ткани и мышечного волокна по сравнению с контрольными образцами (рис. 1, кр. 2 и 3).

Как следует из рис. 2, а, при поглощении дозы в 12,5 кГр наиболее заметные изменения претерпевает ультрафиолетовая область спектра мышечной ткани. Резкое снижение поглощения говорит о разрушении водорастворимых компонентов саркоплазмы, как наиболее чувствительных к радиации. Однако фрагмент спектра мышечного волокна в области поглощения белково-углеводного комплекса по-прежнему расположен ниже спектра мышечной ткани, как и в случае контрольных образцов.

Увеличение интенсивности полос в области поглощения липидных (320 – 360 нм) и мукополисахаридных (410 – 420 нм) компонентов свидетельствует о разрушении стромы мышечного волокна.



а)



б)

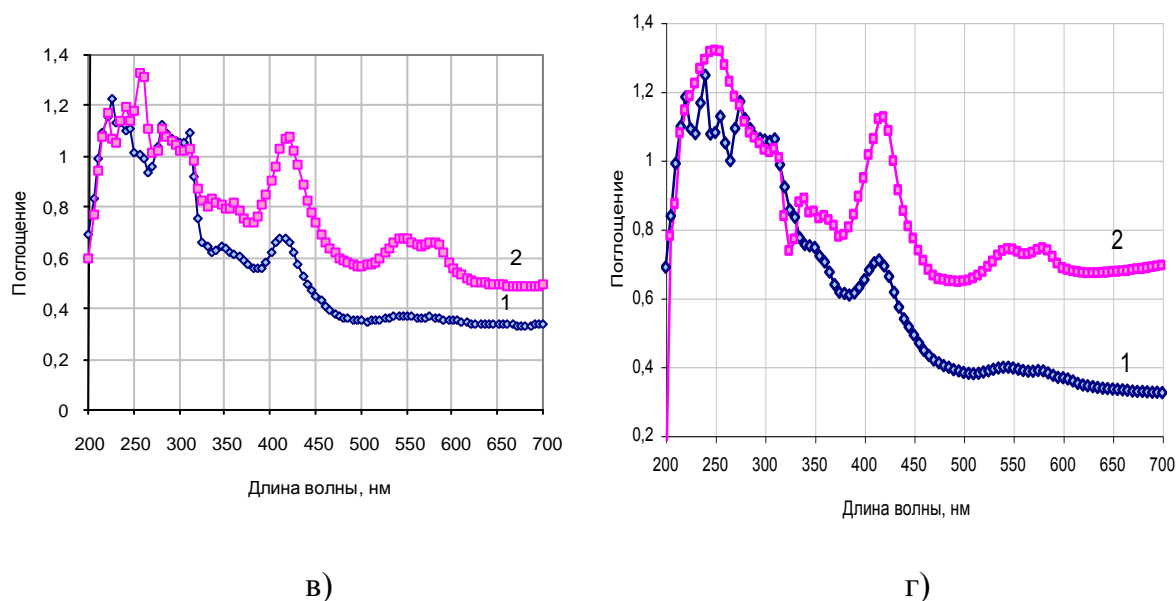


Рис. 2. Электронные спектры поглощения поверхности облученных образцов мышечной ткани и мышечного волокна.

а) – 12,5; б) – 25,0; в) – 37,5; г) – 50,0 кГр. 1 – мышечное волокно, 2 – мышечная ткань.

Поглощение дозы в 25 кГр (рис. 2, б) приводит к дальнейшему, но уже менее существенно снижению поглощения в УФ-области спектра мышечной ткани. Тогда как в спектре мышечного волокна оно заметно возрастает области 220 – 320 нм по сравнению с мышечной тканью. Примечательно, что дальнейшее увеличение поглощенной дозы излучения (рис. 2, в и г), во-первых, приводит к формированию «сглаженного» контура ультрафиолетовой полосы поглощения в спектре мышечной ткани, который наблюдался в спектре поперечного среза исходного цельнокускового материала. Во-вторых, к постепенному сближению по показателям поглощения УФ-фрагментов спектров мышечной ткани и мышечного волокна, но только в области среднего ультрафиолета.

В определенной мере это может служить доказательством того, что рост поглощения в УФ-области спектра и оптический эффект стабилизации белковых компонентов мышечной ткани, является следствием частичного разрушения актомиозинового комплекса и его компонентов с увеличением поглощенной дозы при электронно-лучевой обработке, что согласуется с данными по рН-метрии [2].

Спектрально наблюдаемое явление сближения оптических характеристик мышечной ткани и мышечного волокна является следствием одного и того же процесса, протекающего в мышечной ткани в результате радиолитического разрушения, находящегося, в зависимости от поглощенной дозы излучения, на разном уровне развития, – разрушение мышечного волокна.

Следует обратить внимание на то, что «сглаженный» характер УФ-полосы никогда не наблюдался в спектрах мышечного волокна. Напротив, для спектров мышечной ткани он типичен. Это позволяет высказать предположение, что частичное разрушение компонентов саркоплазмы или их связей делает возможным протекание реконструктивных процессов в мышечной ткани [1,2] за счет обратимых конформационных изменений структуры саркоплазматических белков.

Выводы

Параллельные исследования методом ЭСДО облученных образцов мышечной ткани и мышечного волокна позволили оценить радиационный рубеж, с которого начинается разрушение мышечного волокна. По отношению к мышечному волокну в составе мышечной ткани водорастворимые компоненты саркоплазмы, являющиеся наиболее радиочувствительными, выполняют защитную функцию. В составе мышечной ткани разрушение мышечного волокна наблюдалось, начиная с поглощения дозы в 37,5 кГр. При облучении мышечного волокна в свободном состоянии, заметное разрушение отмечено при поглощении дозы ионизирующего излучения в 25 кГр.

Список литературы:

1. Васильев И.А. Нечаев А.Ф., Персинен А.Л. Введение в инженерную экологию. Радиационная технология: Потенциал использования пиковолновой энергии для охраны здоровья и защиты окружающей среды. С.-Пб.: СПбГИ (ТУ), 2000. Вып. 2. 240 с.
2. Орехова С.М., Нечипоренко У.Ю., Васильева И.В., Нечипоренко А.П. Влияние этанола и электронно-лучевой обработки на кислотность мышечной ткани свинины. [Электронный ресурс] // ЭНЖ СПбГУНиПТ, серия «Процессы и аппараты пищевых производств», №1, 2012, <http://processes.open-mechanics.com>. (дата обращения 10.11.12)

УДК 637.345

**ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ
ЛАКТОЗЫ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО СВЕТОРАССЕЯНИЯ****А. Писпонен, С. Паюмяги, Х. Моотсе, А. Карус, В. Пойкалайнен**

Eesti Maaülikool, г. Тарту, Эстония

anna.pisponen@emu.ee

Первые упоминания о лактозе появились более 400 лет назад (Синельников и др. 2007). С того времени проблематика лактозы была основательно изучена. Так, были хорошо изучены формы лактозы (Herrington 1934) и факторы, влияющие на их образование (Gänzle, 2008). Множество работ было посвящено оптимизации процесса кристаллизации (Синельников и др. 2007). В последнее время интерес вызывают нетрадиционные источники получения лактозы (Pisponen 2013). Долгое время основным способом изучения лактозы были различные виды микроскопов, спектроскопия и прочие (Hartel 2001). Однако эти способы помогают изучать уже сформировавшийся кристалл. Имеется несколько теорий зародышеобразования кристалла. Вначале должен образоваться зародыш кристалла, или первичный кластер, из которого впоследствии вырастает сам кристалл (Hartel 2001). Современные методы в какой-то мере позволяют проследить и этот процесс.

Одной из таких техник является метод динамического рассеяния света (Dynamic Light Scattering), известный так же как фотонная корреляционная спектроскопия (Pecora 1985). Метод основывается на анализе колебаний интенсивности света, рассеянного частицами, находящимися в состоянии броуновского движения. С помощью анализа флуктуации рассчитывается размер частиц в образце (Kaszuba et al 2008). Чем большее расстояние проходит частица в пространстве за определенный промежуток времени, тем меньше ее размер, и наоборот. Соотношение размера частиц и скорости ее перемещения были описаны в уравнении Стокса-Эйнштейна (Pecora, 2000). Аппаратура, работающая на технологии светорассеяния, была успешно применена для изучения влияния примесей на рост кристаллов лактозы (Miumoni 2005), а так же для определения молекул сахарозы в водном растворе (Kaszuba et al 2008).

Целью данной работы являлась разработка метода изучения первичных кластеров, образованных молекулами лактозы с помощью техники динамического светорассеяния.

Растворы лактозы концентрацией 10%, 20%, 30%, 40% и 50% соответственно, были приготовлены в сверхчистой воде и профильтрованы через фильтры Whatman Anotop (Whatman GmbH, Германия) с размерами пор 0,02 мкм, для предотвращения попадания в раствор частиц размером больше 20 нм. Для приготовления растворов использовался D (+) - моногидрат лактозы (Appli-Chem GmbH, Германия). Образцы, с концентрацией выше 30%, готовились на паровой бане для лучшего растворения лактозы. Все образцы готовились непосредственно перед проведением анализа. Для проведения измерений использовались стандартные кюветы (Disposable Sizing Cell), в которые помещалось по 1 мл из каждого образца. Измерения исследуемых растворов лактозы проводились на анализаторе Malvern Zetasizer Nano ZS (Malvern Instruments Ltd., Великобритания), с углом детектирования 173°, при температуре 10 °С. Для контроля повторяемости результатов было выполнено не менее трех повторных измерений каждого образца. Для проведения анализа были выбраны следующие параметры программного обеспечения: время стабилизации образца (equilibration time): 120 сек; позиция аттенюатора (attenuator index): 11 и алгоритм анализа корреляционных функций (analysis model): мультимодальная модель анализа (multiply narrow modes).

На рисунке 1 приведены характерные корреляционные функции для самой низкой, средней и высокой концентраций лактозы (10%, 30%, 50%). Максимум корреляционной функции указывает на соотношение сигнал/шум, т.е. значения менее 0,1 указывают на плохое качество экспериментальных данных (Kaszuba 2008). Поскольку в данном эксперименте все образцы дали значения выше 0,5, можно заключить, что данные полученные во время эксперимента, достоверны.

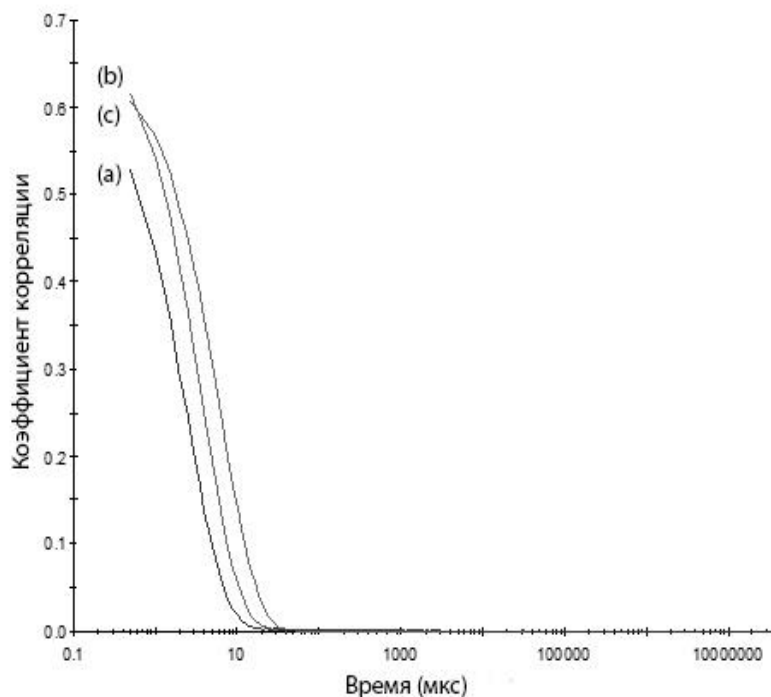


Рис. 1. Корреляционные функции, полученные для концентраций лактозы 5% (a) , 30% (b) и 50% (c)

Распределение частиц по размерам (в единицах интенсивности) полученных из анализа данных концентраций лактозы показаны на рисунке 2.

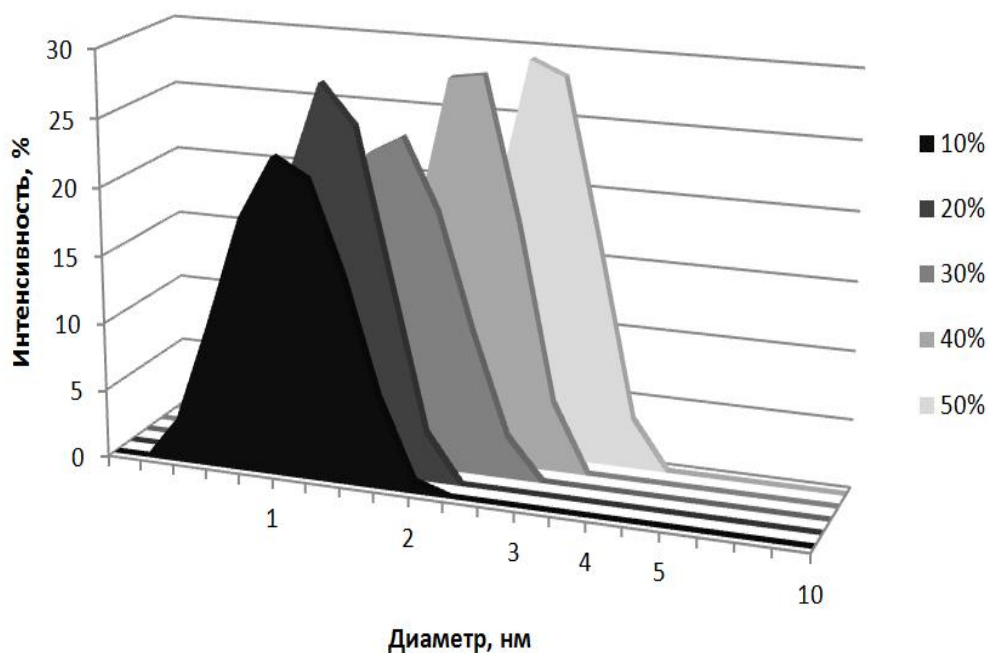


Рис. 2. Распределение частиц по размерам (в единицах интенсивности), полученные для образцов с различными концентрациями лактозы при температуре 10 °С

Для каждой концентрации имеет место мономодальное распределение со средним значением около 1-3 нм в диаметре. Полученный промежуток немного меньше приведенного в литературе: от 1 до 9 нм (Kelly 2002), однако находится в рамках ожидаемого, и доказывает, что аппарат регистрирует молекулы лактозы. В таблице 1 приведены значения средних, минимальных и максимальных размеров частиц (единицах интенсивности) полученных при различных концентрациях образцов.

Зависимость размеров частиц от концентрации образца			
Концентрация лактозы (%)	Среднее значение размеров частиц (нм)	Минимальное значение размеров частиц (нм)	Максимальное значение размеров частиц (нм)
10	1,162	0,719	2,01
20	1,335	0,965	2,01
30	1,653	1,117	2,696
40	2,056	1,499	3,122
50	2,630	2,01	4,187

Как видно из полученных данных, средний размер частиц увеличивался с ростом концентрации образца, и при концентрации в 50% средний размер частиц увеличился примерно в 2 раза. Общий рост средних размеров частиц в растворе может быть связан с появлением первичных кластеров и началом зародышеобразования кристаллов. Поскольку анализы проводились при условиях, благоприятных для начала кристаллизации (быстрое охлаждение и разница между температурой подготовки и анализа образца) (Синельников и др.), высокая концентрация некоторых образцов (30%, 40% и 50%) могла послужить более интенсивному соединению молекул, что в свою очередь может способствовать образованию кристалла. Согласно исследованиям, при высоких концентрациях вещества в растворе, увеличивается количество зародышей, регистрируемых за определенный период времени, и, уменьшается время необходимое для их фиксирования. (Hartel 2001) в данной работе на это явление указывает то, что с увеличением концентрации образца до 50% средний размер частиц увеличился в два раза (Таблица 1).

Полученные результаты указывают на возможность измерения частиц лактозы нанометровых размеров при помощи метода светорассеяния при условии тщательной подготовки образцов. Так же, метод достаточно чувствительный, чтобы улавливать небольшие изменения в размерах частиц при изменении условий проведения анализа (в данном случае – изменение концентрации образцов).

Список литературы:

1. Gänzle M. G., Haase G., Jelen P. Lactose: Crystallization, hydrolysis and value-added derivatives. *International Dairy Journal*, 2008, 18: 685-694.
2. Hartel R.W. *Crystallization in Foods*. – Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, Inc, 2001. 325 с.
3. Herrington B.L. Some physico-chemical properties of lactose: factors influencing the crystalline habit of lactose. *Journal of Dairy Science*, 1934, Vol 17, issue 8, 533-542.
4. Kaszuba M., McKnight D., Connah M. T., McNiel-Watson F. K. Measuring sub nanometer sizes using dynamic light scattering. *Journal of Nanoparticle Research*, 2008, 10:823-829.
5. Kelly P.M. Membrane separation. In Roginsky: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2002, Vol 3:1777-1786.
6. Miumoni A., Schuck P., Bouhallab S. Kinetics of lactose crystallization and crystal size as monitored by refractometry and laser light scattering: effect of protein. *Dairy Science and Technology*, 2005, 85:253-260.
7. Pecora R. Dynamic light scattering measurement of nanometer particles in liquid. *Journal of Nanoparticle Research*, 2000, 2:123-131.
8. Pecora R. *Dynamic light scattering: applications of photon correlation spectroscopy*. – New York: Plenum Press, 1985. – 420 с.
9. Pisponen A. et al. The lactose from Ricotta cheese whey: the effect of pH and concentration on size and morphology of lactose crystals. *Dairy Science and Technology*, 2013, 95: 477-486
10. Синельников Б.М., Храмов А.Г., и др. Лактоза и ее производные. Спб: Изд-во «Профессия», 2007. 768 с.

УДК 639.64:615.857

**ТЕХНОЛОГИЯ СЛАДКИХ ВЗБИВНЫХ БЛЮД
ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ****К.В. Свидло¹, М.И. Пересичный², Д.В. Липовой¹**

1 – Харьковський торгово-економічний інститут Київського національного торгово-економічного університету, г. Харків, Україна

2 – Київський національний торгово-економічний університет, г. Київ, Україна

karinasvidlo@rambler.ru

Существенное постарение населения экономически развитых и развивающихся стран в конце XX и начале XXI века закономерно вызвало возрастание интереса к изучению первичных механизмов старения и факторов, определяющих продолжительность жизни. Разработки в области выявления эффективных мер по увеличению творческого долголетия этого контингента населения, сохранение его здоровья и профилактика заболеваний актуальны и имеют социальное, экономическое и политическое значение. В последнее десятилетие окончательно сформировались целые научные отрасли - геронтология (наука о старости), гериатрия (наука, изучающая особенности заболеваний в пожилом и преклонном возрасте) и геродиететика (наука, изучающая особенности питания старших возрастных групп). Особую тревогу вызывает то обстоятельство, что продолжительность жизни в большинстве стран СНГ резко сократилась. В настоящее время в России и Украине доля людей пожилого и преклонного возраста в общей численности населения превысила 20 %. Для такой значительной части населения важнейший фактор здоровой старости – это рациональное питание. Академик Д.Ф. Чеботарева писал, что «питание - практически единственное средство, пролонгирующее видовую продолжительность жизни на 25 - 30%».

В последние годы наметилась устойчивая тенденция по использованию питания для профилактики и лечения. В связи с этим ученые, медики и пищевики объединили свои усилия по созданию группы инновационных специализированных продуктов, предназначенных для геродиетического питания, позволяющих обеспечить стабильность физиологического и метаболического статуса пожилого возраста [1].

Поддержание здоровья, работоспособности и активности человека может быть достигнуто при условии полного удовлетворения физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах. В этой связи, для ликвидации существенного дефицита незаменимых пищевых веществ в организме человека, учеными и специалистами предлагается в качестве перспективных и экономически выгодных направлений – использовать практику производства пищи новой генерации, то есть функциональных продуктов направленного действия и различных биологически активных добавок.

Создание продуктов питания нового поколения происходит в основном по двум направлениям: разработка аналогов продукции, критерием качества которых являются свойства известных населению продуктов, и производство продуктов с новыми свойствами и составом.

Отечественная пищевая промышленность практически не производит специальных продуктов питания, предназначенных для людей пожилого и преклонного возраста. Современные технологии производства пищевых продуктов не учитывают специфики питания людей старших возрастных групп. Среди факторов питания, имеющих значение для поддержания здоровья, работоспособности и активного долголетия человека, решающая роль принадлежит регулярному снабжению организма комплексом микронутриентов [2-3].

Постоянный дефицит различных нутриентов у людей пожилого и преклонного возраста приводит к тому, что физическое состояние и здоровье в целом нестабильно, и это, в свою очередь, способствует постепенному развитию хронических заболеваний, нарушению алиментарно-зависящих и алиментарно-влияющих функций организма, в том числе иммунных и неспецифично резистентных. В сложившейся ситуации, важным фактором корректировки рациона питания, являются специализированные продукты на основе сочетания сырья растительного и животного

происхождения, создаваемые с учетом физиологических потребностей стареющего организма (геродиетические продукты) [4].

В связи с вышеизложенным, следует считать, что разработка технологии сладких взбивных блюд для геродиетического питания, является актуальной и позволит улучшить структуру питания населения пожилого и преклонного возраста.

Научной основой современной стратегии производства пищи служит изыскание новых ресурсов, обеспечивающих оптимальное для организма человека соотношение химических компонентов пищевых продуктов, т.е. производство пищи с заданным химическим составом. В этой связи внимание исследователей привлекает создание продуктов новой генерации на основе использования нетрадиционных природных ресурсов, новых биотехнологий, генной инженерии и др., что определяет перспективу коррекции пищевого статуса населения в сторону построения рационального питания для различных возрастных групп.

Пищевые композиции, как правило, имеют целевую направленность в коррекции питания и включают в себя подобранные соотношения натуральных, незначительно измененных в процессе обработки пищевых продуктов; как например, продукты переработки растительного маслосодержащего и водорослевого сырья, которые предназначены для систематического употребления всеми группами населения и снижают риск развития заболеваний, связанных с питанием [5].

Специфика требований геродиететики по повышению содержания в рационе овощного и плодово-ягодного сырья и минимизации использования, сахаристых веществ и муки требует коренного изменения представлений о разработке технологии производства сладких блюд геродиетического назначения. При создании моделей руководствовались физиологическими суточными потребностями человека пожилого и преклонного возраста в витаминах (ретинол, токоферол, пиридоксин, цианкобаламин, аскорбиновая и фолиевая кислоты), минеральных веществах (кальций, фосфор, магний, железо, селен, йод) и пищевых волокнах. В качестве формальной модели технологии производства сладких блюд геродиетического назначения использовали горизонтальную композицию технологического процесса приготовления взбивных сладких блюд с использованием пищевых композиций на основе растительного и водорослевого сырья (рис. 1).

При разработке самбука «Ароматы лета» и мусса «Вишнёвый» геродиетического назначения, решали следующие задачи: моделирование технологии сладкого блюда, проведение органолептической оценки модельных образцов самбука и мусса с использованием пищевых композиций на основе продуктов переработки растительного (шрот, клетчатка, растительные мала) и водорослевого сырья (сухие порошки и пектин водорослей), исследование функционально-технологических и структурно-механических свойств определенных после органолептической оценки базовых модельных образцов с использованием пищевых композиций. Моделирование показало что, для содержания веществ, предусмотренных в модели, от 15-50% суточной потребности людей пожилого и старческого возраста, концентрация ингредиентов пищевой композиции должна содержать (на массу готового продукта):

- 1 ... 5% масла из семян тыквы или масла семян овса, или масла семян амаранта;
- 4 ... 12% шрота семян расторопши пятнистой или шрота семян льна, или клетчатки семян тыквы, или клетчатка зародышей пшеницы;
- 1 ... 3% порошка водоросли цистозеры или зостеры, или спирулины, или пектина-зостерина.

Рецептуры опытных образцов рецептурных композиций самбука «Ароматы лета» и мусса «Вишнёвый», были подвергнуты органолептической оценке и выбраны рациональные с учетом совместимости между собой вышеперечисленных ингредиентов, а также с другими, входящими в состав данного продукта.

Спроектированные технологии самбука «Ароматы лета» и мусса «Вишнёвый» характеризуются высокой биологической ценностью, полным соответствием формуле геродиетического питания и доступной для потребителя стоимости.

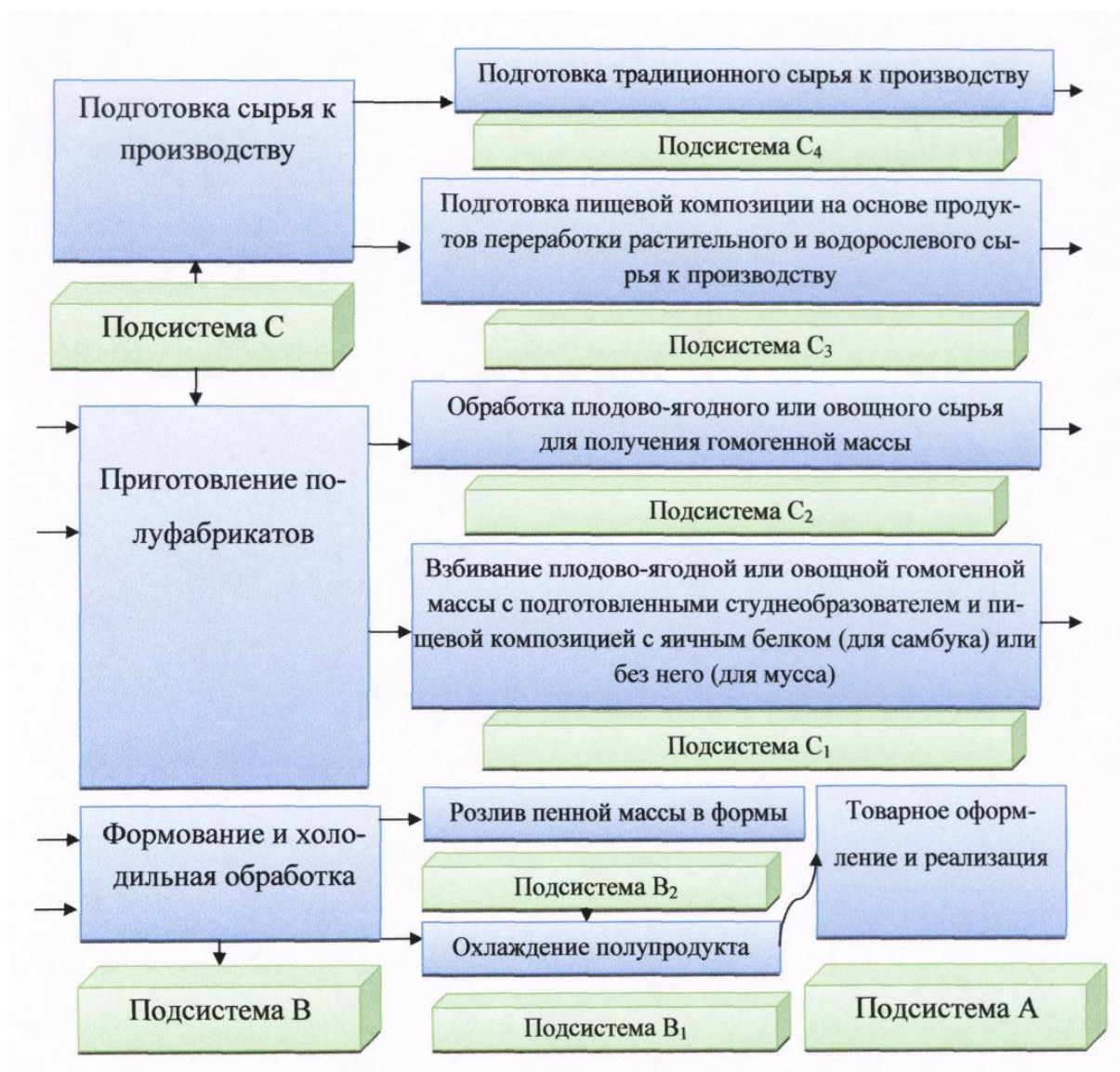


Рис. 1. Горизонтальная декомпозиция технологии сладких взбивных блюд геродиетического назначения

Список литературы:

1. Хорошина Л. П. Правильное питание пожилого человека / Л. П. Хорошина. М. СПб.: Диля, 2004. 138 с.
2. Комаров Н. В. Жировые продукты для геродиетического питания / Н. В. Комаров, К. Г. Савилова, А. С. Левина // Масложировая промышленность, № 6, 2006. с. 13.
3. Максютя Игорь Викторович. Разработка технологии сухих рыбо-растительных продуктов геродиетического назначения : Дис. канд. техн. наук : 05.18.01, 05.18.04 : Краснодар, 2004. 160 с.
4. Дидух Наталия Андреевна. Разработка технологии сгущенного молока геродиетической направленности: Дис. канд. техн. наук: 05.18.04 / Одесская гос. академия пищевых технологий. О., 1998. 233л.
5. Тутельян В.А. Питание и здоровье / В. А. Тутельян // Пищевая промышленность. 2004. № 5. С. 5 – 6.

УДК 637.1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С ПРОРОСТКАМИ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

Л.А. Силантьева, А.А. Лемехова, Л.С. Ивановская

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

ms.silanteva19@mail.ru

Функциональный пищевой продукт - специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов. [1]

Одно из важнейших направлений, по которому ведется разработка рецептур и технологии функциональных продуктов - обогащение кисломолочных продуктов защитными факторами.

Наполнители растительного происхождения, вводимые в кисломолочные продукты, придают им ряд полезных свойств. Кроме того, этот способ обогащения продуктов является экономически выгодным и легко применяется в производстве. [2]

Используя в пищу, проростки злаковых, человек получает питательные вещества в самой доступной форме, активную ферментную систему растения, макро- и микроэлементы и огромное количество витаминов-антиоксидантов. Весь этот комплекс полезных веществ органически встроен в живую ткань растения и находится в сбалансированных количествах и соотношениях. [3]

Создание кисломолочного продукта, обогащенного проростками злаковых культур, ввиду уникального биохимического состава компонентов, является целесообразным и перспективным.

Основное сырье, используемое для производства кисломолочного продукта с пророщенными зернами злаков: нормализованное молоко; йогуртная закваска, содержащая культуры *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*; предварительно мелко измельченные до величины частиц 1 – 2 мм пророщенные зерна злаков, непосредственно после проращивания или пророщенные предварительно и подвергнутые сублимационной сушке; вкусо-ароматическая добавка (при необходимости), сухая молочная сыворотка, сухое молоко (если требуется нормализация по сухим веществам).

Технологический процесс производства кисломолочного продукта с проростками злаков включает в себя следующие стадии:

- входной контроль сырья;
- нормализация молока до требуемой массовой доли жира и сухих веществ;
- пастеризация при технологических параметрах, применяемых для производства кисломолочных продуктов;
- гомогенизация;
- охлаждение до температуры заквашивания 41 - 45⁰ С;
- сбраживание продукта при температуре 41 - 45⁰ С около 4-х часов до достижения кислотности 70 - 80⁰ Т;
- перемешивание готового продукта;
- охлаждение до 10⁰ С;
- добавление измельченных пророщенных злаков и вкусо-ароматической добавки, тщательное перемешивание (возможно осуществление операции в потоке);
- розлив продукта, фасовка и маркировка;
- предварительная выдержка перед реализацией при температуре 2 - 6⁰ С не менее 12 часов для полного структурирования продукта.

Производство кисломолочного продукта с пророщенными злаками не несет особых сложностей в технологическом процессе, кроме проблемы сохранения пророщенных зерен. Без особых условий переработки пророщенные зерна рекомендуется хранить не более 5 суток при температуре 2 - 6⁰ С. Решение данного вопроса - использование пророщенных зёрен, предварительно подвергнутых сублимационной сушке или упакованных под вакуумом. Такие проростки не теряют своих полезных свойств в течение 2 месяцев [4, 5].

Говоря о производстве кисломолочного продукта с пророщенными злаками, необходимо также учитывать некоторые экономические аспекты.

При внедрении в производство нового продукта необходимо рассчитать нормативную калькуляцию себестоимости и оптовую цену одной тонны продукта, а также точку безубыточности, т.е. тот объём производства, по достижении которого предприятие начнет получать прибыль.

Нормативную калькуляцию себестоимости одной тонны продукции рассчитывают в соответствии с утверждённой методикой и нормами затрат на одну тонну продукта. Поскольку затраты сырья и основных материалов несколько отличаются от норм затрат для традиционного продукта, рассчитывается стоимость этих затрат на одну тонну продукции в соответствии с разработанной рецептурой (Табл.1, Табл.2)

Таблица 1

Расчёт стоимости сырья и основных материалов на 1 тонну кисломолочного продукта 2,5% жирности с проростками злаков

Наименование сырья и основных материалов	Ед.	Цена за ед., руб.	Норма расхода на 1 тонну	Стоимость, руб.
Молоко цельное	Т	15000	0,688	10320
Молоко обезжиренное	Т	6000	0,166	996
Проростки злаков	Т	60000	0,060	3600
Сироп шиповника	Т	65000	0,100	6500
Закваска прямого внесения йогуртная	Пакет	300	0,200	60
Итого			1,014	21476

Таблица 2

Калькуляция себестоимости 1 тонны продукта. Расчет прибыли и оптовой цены

№ п/п	Наименование затрат	Стоимость на 1 т., руб	Примечание
1	Сырьё и основные материалы	21476	
2	Транспортные расходы	2147,6	10% от п.1
3	Вспомогательные материалы	2582,0	
4	Топливо и энергия всех видов	1430	
5	Заработная плата основная и дополнительная основных производственных рабочих	384	
6	Страховые взносы	115,2	30% от п.5
7	Общепроизводственные расходы	1152	300% от п.5
8	Общехозяйственные расходы	1344	350% от п.5
9	Итого производственная себестоимость	30630,8	
10	Коммерческие расходы	3063,08	10% от п.9
11	Полная себестоимость	33693,88	
12	Прибыль	5054,08	15% от п.11
13	Оптовая цена	38478,96	

Точка безубыточности ($T_{\text{без}}$) рассчитывается в соответствии с системой учета затрат «директ-костинг» по формуле:

$$T_{\text{без}} = \Sigma Z_{\text{пост}}^{\text{год}} / (\Pi_0 - \Sigma Z_{\text{пер}}), \quad (1)$$

где $\Sigma Z_{\text{пост}}^{\text{год}}$ – сумма годовых постоянных затрат (п.п. 7, 8, 10. Табл.2);

Π_0 – оптовая цена 1 тонны продукта, тыс. руб;

$\Sigma Z_{\text{пер}}$ – сумма переменных затрат на 1 тонну продукта, тыс. руб.

Годовой объем производства продукции принимается 1000 тонн

$T_{\text{без}} = 526,03$ тонны

Таким образом, с учетом принятой цены на новую продукцию и имеющихся затрат (переменных и постоянных), прибыль может быть получена при достижении объема производства 526 тонн с начала выпуска продукции. Изменяя цену, можно запланировать целевую прибыль, а также определить цену, обеспечивающую ее.

Для установления оптимальной цены, обеспечивающей высокий спрос, необходимо учитывать рыночную конъюнктуру, т.е. спрос, предложение и другие факторы. Кроме того, следует использовать такие мероприятия маркетинга, как реклама и стимулирование сбыта, которые будут способствовать продвижению нового продукта на рынке.

Освоение промышленного производства кисломолочного продукта с проростками злаковых культур является экономически целесообразным и технологически не сложным. Употребление данного продукта поможет поднять качественный уровень питания населения и будет способствовать улучшению здоровья людей.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения
2. Гаврилова Б.Г., Абросимова С.В., Макарушин А.А., / Перспективы развития молочных продуктов /«Переработка молока» № 10, 2006, с.18. Материалы научной программы XII международной специализированной выставки «Аптека- 2005» (25-28 октября) Тезисы. М.: 2005, с. 82.
3. Шаскольская Н.Д., Шаскольский В.В. Самая полезная еда: проростки. М.: Азбука-классика, 2009. 191 с.
4. Шаскольская Н.Д., Шаскольский В.В. /Живое лекарство. Метод оздоровления организма с помощью проростков /М.-АСТ, Астрель. 2008
5. Котлер Ф. Основы маркетинга. М.: Вильямс, 2009. 856 с.

УДК 637.07/637.04

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИРОПА ИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРАВ КАК РЕЦЕПТУРНОГО КОМПОНЕНТА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ДЕСЕРТОВ

М.А. Баулина, Л.А. Силантьева

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

bau_ma@mail.ru

На протяжении всего периода существования человеческой цивилизации пища рассматривалась как средство, предназначенное для удовлетворения чувства голода и вкусовых потребностей.

Ввиду роста числа хронических заболеваний, связанных с несбалансированным питанием, к пищевым продуктам стали относиться и как к эффективному средству поддержания физического и психического здоровья человека и снижения риска возникновения многих болезней. [1]

В последние годы в клиническую практику и в повседневную жизнь все более начинают входить лекарственные препараты, биологически активные добавки к пище и продукты функционального питания, в состав которых входят одновременно представители различных функциональных категорий. [2]

Для получения нового кисломолочного продукта предложено использование натуральной растительной добавки в виде сиропа подорожника и мать-и-мачехи, а так же сухой молочной сыворотки.

Сывороточные белки содержат оптимальный набор жизненно необходимых аминокислот и с точки зрения физиологии питания приближаются к аминокислотной шкале «идеального белка», в котором соотношение аминокислот соответствует потребностям организма. [3]

Сироп подорожника и мать-и-мачехи содержит биологически активные вещества, которые обладают многими лечебными свойствами.

Исследования проводились на кафедре технологии молока и пищевой биотехнологии СПбНИУ ИТМО ИХиБТ.

На первом этапе исследований определяли оптимальную массовую долю сухой сыворотки. На основании исследований, можно сделать вывод, что наиболее приемлемым для производства является образец с массовой долей сухой подсырной сыворотки 4%.

На втором этапе исследований в кисломолочный продукт вносили уже выбранное на первом этапе количество сухой сыворотки (4%), и сироп подорожника и мать-и-мачехи, для установления оптимальной дозы последнего. В задачи исследования входили:

- исследование динамики кислотонакопления;
- определение влагоудерживающей способности;
- органолептическая оценка.

Для получения образцов сухие компоненты восстанавливали водой, пастеризовали при $T = 92 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\tau = 2 - 8$ минут, охлаждали до температуры заквашивания, вносили сироп из лекарственных трав и закваску и сквашивали до готовности сгустка, при этом каждые 30 минут наблюдали динамику кислотонакопления.

Физико-химические свойства и органолептические свойства образцов представлены в таблицах 1 и 2 соответственно. Влагоудерживающая способность образцов представлена на рисунке 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели образцов

Время, час	Контрольная проба		Массовая доля сиропа 2%		Массовая доля сиропа 4%		Массовая доля сиропа 6%	
	Кислотность, °Т	pH	Кислотность, °Т	pH	Кислотность, °Т	pH	Кислотность, °Т	pH
0	21	6,75	21	6,73	22	6,70	23	6,67
0,5	22	6,70	23	6,68	24	6,66	26	6,63
1	27	6,49	27	6,49	27	6,48	28	6,46
1,5	33	6,18	33	6,18	33	6,17	34	6,14
2	38	5,80	38	5,80	38	5,79	38	5,78
2,5	52	5,23	52	5,22	52	5,22	52	5,20
3	65	5,05	65	5,03	66	5,02	66	5,01
3,5	73	4,95	73	4,95	73	4,95	74	4,92
4	84	4,58	84	4,58	84	4,58	85	4,55

Таблица 2

Исследование органолептических показателей продукта

Образец	Вкус и запах	Цвет сгустка	Консистенция
Контрольная проба	Чистый, кисломолочный, с легким привкусом сыворотки	Белый, с легким кремовым оттенком	Однородная, плотный сгусток, без отделения сыворотки
Массовая доля сиропа 2%	Кисломолочный, с незначительным привкусом сиропа	Светло-кремовый	Однородная, плотный сгусток, без отделения сыворотки
Массовая доля сиропа 4%	Кисломолочный, с привкусом сиропа	Кремовый	Однородная, плотный сгусток, без отделения сыворотки
Массовая доля сиропа 6%	Кисломолочный, с явным привкусом сиропа	Светло-коричневый	Однородная, плотный сгусток, без отделения сыворотки

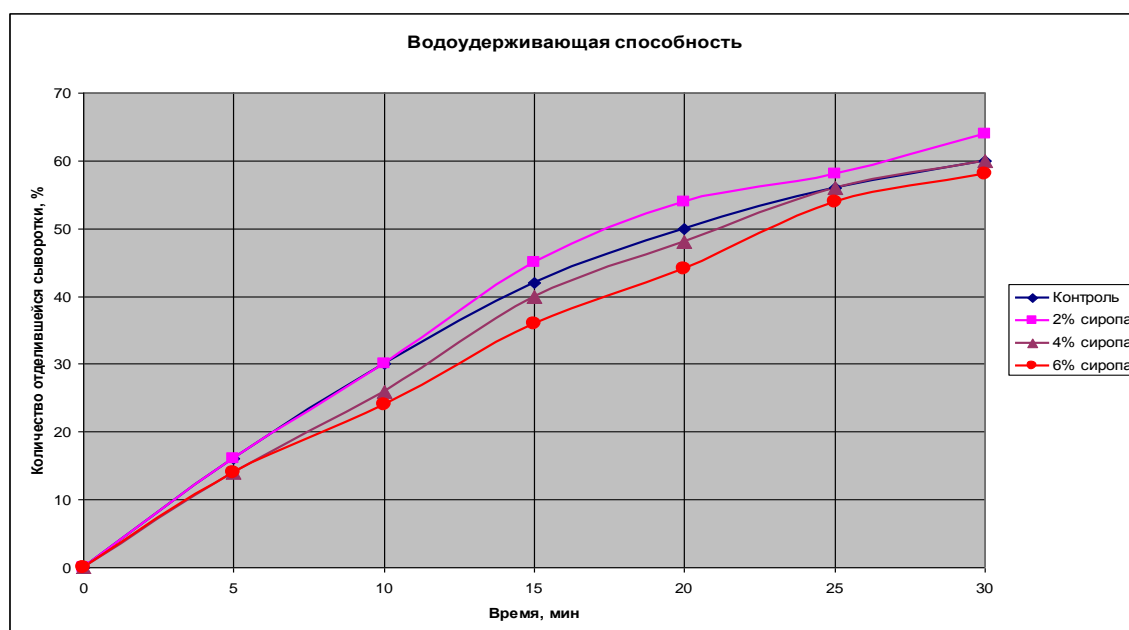


Рис. 1. Влагоудерживающая способность сгустков

Таким образом, по результатам второго этапа исследований, можно сделать вывод, что наиболее приемлемым для производства является образец с массовой долей сыворотки 4% и массовой долей сиропа 4%, так как по органолептическим свойствам он удовлетворяет требования потребителей, которые в первую очередь оценивают внешний вид и вкус продукта.

Список литературы:

1. Шендеров Б.А. Состояние и перспективы концепции "Функциональное питание" в России: общие и избранные разделы проблемы // Фарматека. 2006. № 1. С. 41 – 47
2. Доронин А.Ф., Шендеров Б.А. Функционально питание. М.: ГРАНТЬ, 2002. 296 с.
3. Евдокимов И.А., Володин Д.Н., Михнева В.А. Творог и творожные изделия с молочной сывороткой и ее компонентами // Молочная промышленность. 2011. № 11. С. 62 – 63.

УДК 637.356

ИНГРЕДИЕНТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА С СИНБИОТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Е.С. Скрыльникова¹, Е.И. Мельникова¹, Е.С Рудниченко²

1 – Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

2 – ОАО МК «Воронежский», г. Воронеж, Россия

sqrekaterina@mail.ru

К одному из популярных молочно-белковых продуктов относится творог, о чем свидетельствует динамика его производства и потребления (темп роста 2012/2011 = 102,8 %). Это кисломолочный продукт, производимый с использованием заквасочных культур и методов кислотной и кислотно-сычужной коагуляции белков с последующим удалением сыворотки.

Творог относится к категории молокоемких продуктов, поэтому в условиях современного дефицита молока-сырья, разработка ресурсосберегающих технологий его производства имеет большое практическое значение.

Известны различные технологические приемы, позволяющие сократить нормы расхода в производстве творога, в т.ч. применение пищевых волокон (ПВ).

Эти вещества характеризуются развитой удельной поверхностью, что определяет целесообразность их применения в технологии белковых молочных продуктов.

Большое научное и практическое значение при реализации таких технологий уделяется изучению функционально-технологических характеристик ПВ (влагопоглощение, влагоудерживающая способность и набухание).

Для обоснования выбора рецептурного ингредиента в производстве творога обогащенного нами изучены функционально-технологические характеристики ПВ различной природы (рис. 1, 2, табл. 1):

- свекловичных, полученных из побочного продукта свеклосахарного производства – свекловичного жома;

- цитрусовых, извлеченных из клеточных тканей высушенной апельсиновой мякоти механической обработкой (путем раскрытия и расширения структуры ячеек апельсинового волокна);

- пшеничных, полученных из клеточной стенки зерна пшеницы.

Известно, что влагопоглощение выражается максимальной влажностью, то есть количеством влаги, поглощенной пищевыми волокнами, выдержанными в течение не менее 30 суток [1].

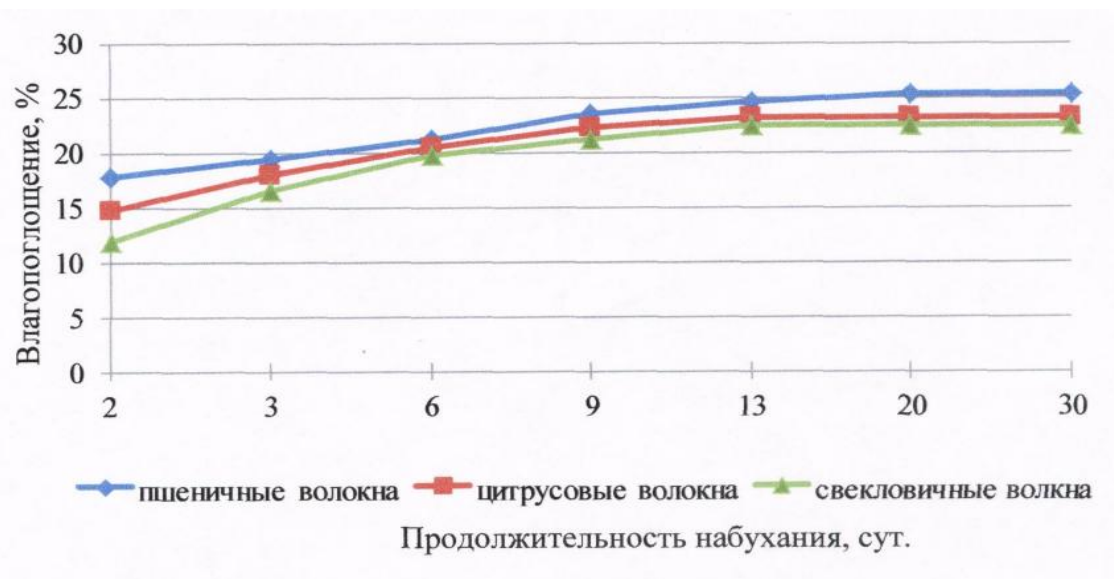


Рис. 1. Влагопоглощение пшеничных, свекловичных и цитрусовых пищевых волокон

Влагоудерживающая способность пищевых волокон характеризуется количеством воды, которое они могут связать и удержать при центрифугировании.

Таблица 1

Показатель	Пшеничные волокна	Цитрусовые волокна	Свекловичные волокна
Влагоудерживающая способность пищевых волокон, %	83	75	55

Набухание – процесс увеличения объема вещества вследствие поглощения им из окружающей среды жидкости. Количественной характеристикой этого показателя является степень набухания i – величина, показывающая относительное увеличение массы высокомолекулярного соединения при набухании (1) [2]:

$$i = \frac{m - m_0}{m_0} = \frac{m_{ж}}{m_0}, \quad (1)$$

где m_0 , m – масса сухого и набухшего вещества; $m_{ж}$ – масса поглощенной жидкости.

Полученные кинетические кривые набухания (рис. 2) свидетельствуют, что пшеничные и свекловичные волокна в модельном растворе (вода) набухают ограниченно, цитрусовые – неограниченно (степень набухания достигает некоторого предельного значения, а затем уменьшается). Очевидно, это связано с тем, что основным компонентом цитрусовых волокон является пектин, который характеризуется высокими гидрофильными свойствами. Его мелкая фракция после набухания растворяется и молекулы переходят в раствор, вызывая ухудшение структурно-механических свойств продукта.

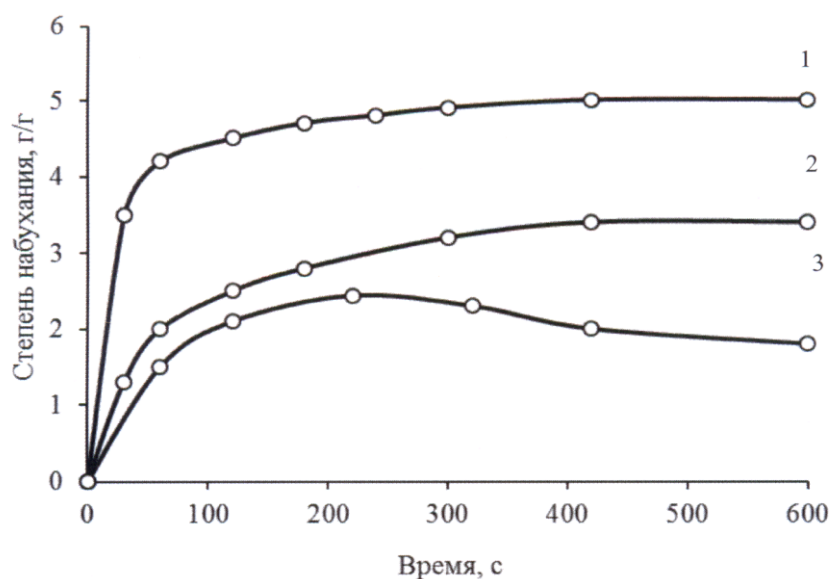


Рис. 2. Кинетические кривые набухания пшеничных 1, свекловичных 2, цитрусовых 3 пищевых волокон в воде при 20 °C

Представленные результаты свидетельствуют, что лучшие функционально-технологические свойства имеют пшеничные пищевые волокна «Хамульсион»: их влагопоглощение на 20-е сутки составляет 25,3 %, влагоудерживающая способность – 84,4 % и набухание – 5,05 г/г.

С целью выбора технологической среды с оптимальными физико-химическими показателями для производства творога, которая позволила бы получить максимальную константу скорости и степень набухания пищевых волокон «Хамульсион» проводили исследования в молоке с различными значениями pH.

Математическое описание процесса набухания пищевых волокон может быть получено эмпирически. При этом его модель имеет вид уравнения регрессии в виде полинома второй степени

на основе экспериментов (2):

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^N b_i x_i + \sum_{i=1}^N b_{ii} x_i^2 + \sum_{i \leq j}^N b_{ij} x_i x_j, \quad (2)$$

где b_0 - свободный член уравнения, равный средней величине отклика при условии, что рассматриваемые факторы находятся на средних ("нулевых") уровнях; x - масштабированные значения факторов, которые определяют функцию отклика и поддаются варьированию; i, j - индексы факторов; b_i - коэффициенты при линейных членах; b_{ij} - коэффициенты двухфакторных взаимодействий, оценивающие изменение влияния одного фактора при варьировании другого; b_{ii} - коэффициенты квадратичных параметров, определяющие нелинейность выходного параметра в зависимости от влияющих факторов; N - число факторов в матрице планирования.

В качестве основных факторов, влияющих на физико-химические показатели технологической среды, изучены: x_1 - pH молока, ед; x_2 - продолжительность набухания, мин; x_3 - температура набухания, °C. Все факторы совместимы и некоррелируемы между собой. Диапазон варьировемых факторов выбран на основе априорной информации о свойствах пищевых волокон и обусловлен особенностями процесса набухания их в нормализованных молочных смесях для производства творога [3].

Пределы изменения влияющих факторов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Условия планирования	Пределы изменения факторов		
	X_1 , ед.	X_2 , мин	X_3 , °C
Основной уровень	6,46	20	35
Интервал варьирования	0,04	5	5
Верхний уровень	6,5	25	40
Нижний уровень	6,42	15	30
Верхняя "звездная точка"	6,54	30	45
Нижняя "звездная точка"	6,38	10	25

При обработке экспериментальных данных учитывали следующие статистические критерии: проверка однородности дисперсии – критерий Кохрена; значимость коэффициентов уравнений регрессии – критерий Стьюдента; адекватность уравнения – критерий Фишера.

С применением ридж-анализа установлено, что максимальная степень набухания пищевых волокон наблюдается в молочной смеси pH 6,46 ед, (молоко с массовой долей жира 0,5 %), продолжительность 20 минут, температура 35 °C.

Проведенные исследования функционально-технологических свойств пищевых волокон различной природы позволили рекомендовать для производства творога пшеничные волокна.

Список литературы:

1. ГОСТ 16483. – 72. Древесина. Метод определения влагопоглощения – Взамен ГОСТ 11487. – 65; введ. 1974–01–01. – Москва: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М.: Изд-во стандартов, 1999. 4 с.
2. Корниенко, Т.С. Дисперсные системы и структурообразование / Т.С. Корниенко, Е.А. Загорулько, Ю.Н. Сорокина; Воронеж. Гос. Технол. Акад. – Воронеж: ВГТА, 2009. 100 с.
3. Мусина, О.Н. Оптимизация режима получения творожно – мучного продукта [Текст] / О.Н. Мусина // Молочная промышленность. 2007. № 12. С. 68 – 69.

УДК 636.085.12; 631.81.095.337

ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ МИКРОГИДРОДИНАМИКИ К ПРОЦЕССАМ ВАКУУМ-ВЫПАРКИ СОЛЕННЫХ ВОД

К.Т. Норкулова, З.Б. Алимов

Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Узбекистан

Narkulova@mail.ru

Микроэлементы – химические элементы (железо, медь, цинк и т. д.), содержащиеся в организме в низких концентрациях и необходимые для его нормальной жизнедеятельности (растительного и животного происхождения). Микроэлементы требуются для всех организмов лишь в оптимальных количествах. Полное отсутствие микроэлементов в питании так же, как и избыток их, вызывает заболевания и гибель живых организмов от болезней, связанных с резким нарушением обмена веществ. Микроэлементы участвуют в таких важнейших биохимических процессах, как дыхание, фотосинтез, синтез белков, кроветворение, белковый, углеводный и жировой обмен веществ, синтез гумуса. Поступают в организм человека с пищей, входят в состав ряда ферментов, витаминов, гормонов.

Республика Узбекистан уделяет внимание повышению качества производства продуктов, богатых микроэлементами, устранению микроэлементоза и оздоровлению населения. Ученые ТашГТУ занимаются этими актуальными проблемами более 10 лет.

Исследования показали, что самым эффективным способом является применение концентрата, богатого микроэлементами, в сельскохозяйственные культуры и животноводство. Это позволяет включить в питание населения естественные продукты богатые микроэлементами. Следует отметить, что добыча пластовых вод не требует затрат на них получение, пластовые воды получают добычи нефти и конденсатов, и отделяется из них в качестве побочных вод. Кроме того, в нефтегазоконденсатных месторождениях присутствуют факельные газы низкого давления. Факельные газы можно использовать в качестве источник тепловой энергии при концентрировании – результат процесса выпаривания соленых минерализованных вод.

Получение концентрата, богатого микроэлементами, из подземных минеральных вод считается дешевым сырьём, среди них особенно выделяются пластовые воды нефтегазоконденсатных месторождений. В результате использования пластовых вод получается концентрат с низкими себестоимостями.

Для получения концентрированной минеральной воды был применен способ вакуумного выпаривания. Используемый способ относится к производству минерализованных концентрированных вод из природных вод, содержащих ценные минеральные вещества и обладающих, в частности, высокой физиологической ценностью.

Минерализованная высококонцентрированная вода при общей минерализации 420 000 – 460 000 мг/дм³ содержит: катионов натрия и калия 40 000 – 50 000 мг/дм³, катионов магния 26 000 – 30 500 мг/дм³, катионов кальция 68 000 – 80 000 мг/дм³, гидрокарбонатов 60 – 75 мг/дм³, сульфатов 90 – 110 мг/дм³, анионов хлора 260 000 – 300 000 мг/дм³, анионов йода 450 – 550 мг/дм³, анионов брома 250 – 350 мг/дм³.

Минерализованная высококонцентрированная вода может быть использована в качестве добавки к питьевой воде профилактического и лечебного назначения, а также в качестве:

- сырьевой основы для извлечения ценных минеральных веществ;
- использование в качестве БАД в сельском хозяйстве;
- добавки к воде для ванн профилактического и лечебного назначения;
- добавки профилактического и лечебного назначения к пище;

В вакуум-выпарных установках процесс выпарки солевых вод порождает перенасыщенность растворенных солей.

Их дальнейший рост является причиной появления и роста кристаллов солей малых размеров. Эти кристаллы имеют размеры порядка 1–1,2 мкм, удовлетворяющих схемы опреснения. Кристаллы солей, двигаясь совместно с соленой водой по замкнутому циклу, начинают расти по

размерам. При превышении уровня концентраций солей 330–350 г/л рост кристаллов происходит по экспоненциальным или гиперболическими. Процесс движения жидкости по замкнутому циклу, где она проходит теплообменник, циркуляционный насос и т.д., происходит непрерывное трение частиц о поверхности дорогостоящих труб, которые изготавливаются из спецметаллов. Кроме того, в рамках тех температур и давлений, которые применяются в системе опреснения, критическая температура кипения начинает нарастать по мере роста их объемной доли в составе циркулирующей жидкости.

Указанное приводит к выше усилению появлений «накипи», а также к дополнительным затратам тепловой энергии на испарение, на величину 10–12%.

В процессах переработки перенасыщенных растворов солей, где процесс концентрирования сопровождается образованием твердых фаз в виде микрочастиц, можно наблюдать ряд интересных физических в практических явлений. Как известно, вероятность возникновения числа микрочастиц, являющихся первоначальными очагами роста кристаллических образований, зависят от уровня перенасыщенности концентрации по тому или иному составу растворенных солей в данной жидкости, т.е. рост этих микрочастиц является функцией уровня концентрации [2]. При учете обратных связей можно наблюдать нелинейные процессы роста размеров кристаллов. Кроме того, рост кристаллов зависит от их физико-химических свойств, в частности от скорости растворения. Скорость растворения в свою очередь зависит от температуры. На примере растворов CaCl_2 и NaCl можно наблюдать, что скорости растворения кальциевых и натриевых солей в интервале температур от 20 до 100°C отличаются почти в два раза. Это означает, что в процессах обезвоживания растворов рост кристаллов для различных солей будут разными. И тут вступают в свои права законы микрогидродинамики. Известно [3], что осаждение солей зависит от размеров их кристаллов.

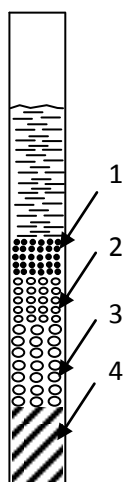


Рис. 1. Схема расслоения при холодном режиме оседания микрочастиц в концентрированной минерализованной воде:

1-натриевые соли; 2-бромистые соли; 3-кальциевые соли; 4-остальные соли.

На примере нефтегазоконденсатного месторождения пластовой воды «Южный Кемачи» покажем осаждение и расслоение частиц в процессах концентрирования этой воды (рис.1). В табл.1 показана химический состав полученного концентрата Чартакской минерализованной воды.

Химический состав полученного концентрата			
Состав и показатели минеральных вод	Высококонцентрированная вода (рапа), мг/ дм ³	Состав и показатели минеральных вод	Высококонцентрированная вода (рапа)
K ⁺	14 077	Cl ⁻	290 249 мг/ дм ³
Ca ²⁺	71 600 мг/ дм ³	J ⁻	472 мг/ дм ³
Mg ²⁺	31 008 мг/ дм ³	Br ⁻	321 мг/ дм ³
Fe ²⁺	Не обнаружен	Жесткость	8 400 (общ)
Fe ³⁺	Не обнаружен	pH	4,78
HCO ₃ ⁻	71 мг/ дм ³	CO ₂ (свобод)	638
SO ₄ ²⁻	103 мг/ дм ³	Сухой остаток	452 600 мг/ дм ³

После концентрирования вода почти на 1/5 часть своего объема имеет твердую фазу.

Выделение брома в данном случае в виде коричневого слоя говорит о том, что законы микрогидродинамики для данной системы применимы.

Оценим скорость бромистых частиц. Скорость осаждения с высоты порядка 22 см относительно центра тяжести, т.е. при $h = 11$ см, будет $1,8 \cdot 10^3$ мкм/с.

Из табл.1 имеем, что для данного значения скорости соответствуют частицы с размерами порядка 1 - 1,1 мкм.

Данная методика позволяет обосновать применение сепарационного метода в целях переработки жидких растворов.

Авторами получены нелинейные дифференциальные уравнения, описывающие те явления, которые происходят при достаточно больших концентрациях растворов.

Применение специальных методов охлаждения перенасыщенных сложных растворов солей позволило разделить их на фракции, в частности, за счет дифференциации получены концентраты, обогащенные бромом, а также фракции, обогащенные йодом от йодо-бромовых, натрий-хлоридных источников. Это показало, что для Республики Узбекистан можно создать энергосберегающие концентраты соленых вод.

Вышеуказанная система после небольших дополнений работает как опреснительная, для чего достаточно соленых вод, где концентрация солей достигает 60 г/л.

Способ вакуум выпаривания минеральных вод с дальнейшим концентрированием, имеет перспективу развития в направлении использования концентратов минеральных вод и с других источников подземных вод в том числе попутно-промышленных вод нефтегазовых месторождений для использования в бальнеологии, использовании в отраслях сельского хозяйства, а также получения технических вод, регулирования и поддержания солевого баланса в искусственных водоёмах с целью выращивания водорослей для корма животным.

Список литературы:

1. Патент РУз IAP №20100380 от 11.08.2010 г. Способ утилизация жидких промышленных отходов. Норкулова К.Т., Умаров В.Ф., Маматкулов М.М, Умартаев А.М.
2. Goel N.S., Maitra R.S., Montroll R.S. Nonlinear models of interacting populations. – New York: Acad. Press, 1971.
3. Маматкулов М., Норкулова К.Т., Умартаев А.М. Процессы переработки соленых вод с использованием энерго- и ресурсосберегающих новых технологий Международная научно-практическая конференция «Инновация -2005». Ташкент. 20-21 октября, 2005. С. 267 – 268.

УДК 631.365.29

ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ СУШКИ ТЫКВЫ (*Cucurbita*)**К.Т. Норкулова, Ж.Э. Сафаров**

Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан

jasursafarov@mail.ru

В настоящее время большое значение уделяется производству продуктов с высоким содержанием биологически активных веществ. Одной из таких культур, имеющих и лечебно-профилактическое значение, является тыква, которую можно хранить в течение всего зимнего периода и использовать для пищевых целей или переработки.

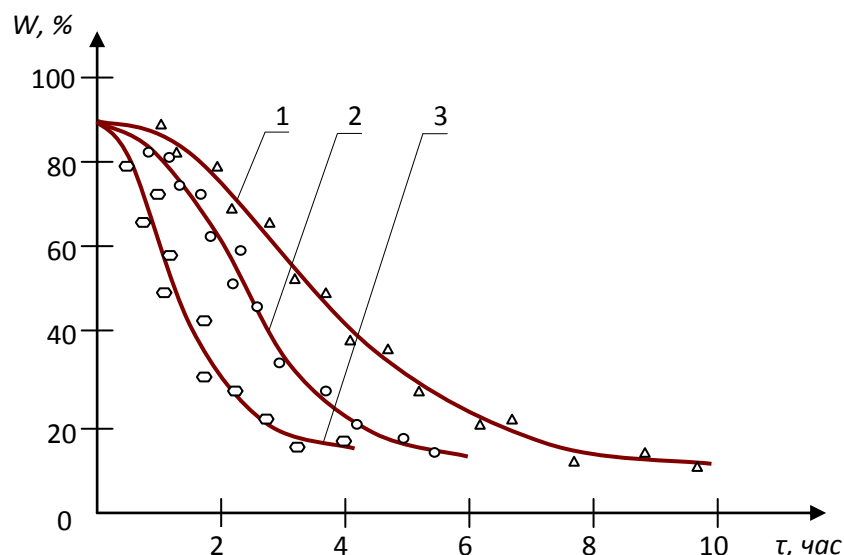
В процессе сушки из сырья удаляется большая часть воды, в результате чего повышается концентрация сухих веществ, и продукт становится пригодным к длительному хранению. Ранее сушку тыквы использовали мало, но в последнее время стали применять больше, так как она является ценным продуктом питания. В связи с этим целесообразно было бы провести исследование по ее переработке сушкой.

Сушеная тыква может использоваться в виде ломтиков, кусочков, кубиков, гранул или порошка. В таком виде она может быть использована для приготовления сухих супов, каш и киселей. Кроме того, порошок из тыквы можно использовать в пищевой и фармацевтической промышленности. В таблице 1 приведено содержание химического состава тыквы [1].

Таблица 1

Химический состав тыквы																			
Вода	Белки	Жиры	Угле- воды		Клетчатка	Органические кислоты из расчета на яблочную	Зола	Минеральные вещества						Витамины				Энергетическая ценность	
			Моно- и дисахариды	Крахмал				Na	K	Ca	Mg	P	Fe	β -каротин	B ₁	B ₂	PP		C
грамм							миллиграмм											Ккал	
90,0	1,0	0,1	4,0	0,2	1,2	0,1	0,6	4	204	25	14	25	0,4	1,50	0,05	0,06	0,50	8	25

Поскольку молекулы воды, находящиеся в продукте, поглощают инфракрасные лучи и, возбуждаясь, активизируются, то есть, в отличие от всех других видов сушки, энергия подводится непосредственно к воде продукта, чем достигается высокий к.п.д. сушильного оборудования [2]. При таком подводе тепла в среде вакуума нет необходимости повышать температуру сушки мякоти тыквы и можно проводить процесс сушки при атмосферном давлении.

Рис. 1. Кривые сушки тыквы (*Cucurbita*):

1–ИК-поле при отсутствии вибрации и вакуума; 2–ИК-поле при наличии вибрации и отсутствии вакуума; 3–ИК-поле при наличии вибрации и вакуума

В процессе исследований по сушке тыквы, проведенных под воздействием вибрации, вакуума и инфракрасных (ИК) лучей, получены следующие результаты (рис.1). Перед сушкой тыкву хорошо моют, срезают кожуру, вычищают семена (их тоже можно сушить), удаляют волокнистую часть мякоти. Затем мякоть нарезают соломкой или кубиками и раскладывают в один слой на плоской поверхности сеточных поддонов. Наполненные поддоны закладывают в вакуум-камеру, включают ИК-обогрев и вибрацию. При указанном режиме процесса сушки ее продолжительность составляет 4 часа. Тыква должна подсыхать равномерно, поэтому требуется ее нарезать небольшими, равными кусочками и в процессе сушки производить регулировку температуры и вибрации. Продолжают сушку в зависимости от объекта и режимных параметров сушки. Авторы определили для сушки тыквы оптимальную температуру и время. Высушенную тыкву можно хранить в тканевых мешочках. Можно часть сушеной тыквы измельчить в порошок и хранить в стеклянных емкостях.

Указанные выше режимы сушки продукта имеют преимущества: при таких показателях вакуума и температуры в сушильных установках максимально сохраняется продукт. Причем сушка продуктов по данной технологии позволяет сохранить содержание витаминов и других биологически активных веществ в сухом продукте на уровне 80-90% от исходного сырья. Скорость и затрачиваемая энергия при вакуум-инфракрасной сушке меньше тех же показателей, затрачиваемых при традиционных методах.

Список литературы:

1. Скурихина И.М., Волгарева М.Н. Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. М.: ВО «Агропромиздат», 1987. 224 с.
2. Норкулова К.Т., Фахрутдинов Р.Р., Сафаров Ж.Э., Маматкулов М.М. Обеспечение равномерного инфракрасного облучения при сушке плоского слоя материала. // Химическая технология. Контроль и управление. -Ташкент, 2012. С.16 – 19.

УДК 631.147

ПРИМЕНЕНИЕ ЙОДОБРОМНОГО КОНЦЕНТРАТА ДЛЯ УДОБРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**К.Т. Норкулова, Ш.А. Султанова**

Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан

sh.sultanova@mail.ru

Агрехимическая и физиологическая роль микроэлементов многогранна. Они улучшают обмен веществ в растениях, устраняют его функциональные нарушения и содействуют нормальному течению физиолого-биохимических процессов, влияют на процессы синтеза хлорофилла и повышают интенсивность фотосинтеза. Под действием микроэлементов возрастает устойчивость растений к грибным и бактериальным болезням, к таким неблагоприятным условиям внешней среды, как недостаток влаги в почве, пониженные или повышенные температуры, тяжелые условия зимовки и т.д.

В настоящее время выяснено, что микроэлементы входят в состав большого числа ферментов, роль которых в жизни растений велика: они ускоряют биохимические реакции, обеспечивая их протекание при обычной температуре организма. Все биохимические реакции синтеза распада и обмена органических веществ протекают при участии ферментов [1].

В опытах В.В.Нестерова предпосевная обработка семян 0,01-м раствором (по содержанию элемента) йодистого калия на черноземе повысила урожай корнеплодов сахарной свеклы на 7 – 14%, содержание сахара – на 1%. По данным И.Ф.Бузанова и А.А.Попова, подкормка сахарной свеклы на среднопodzоленной суглинистой почве йодистым калием повысила урожай корнеплодов сахарной свеклы 14,9 – 22,5%, а их сахаристость на 0,3 – 16%. Внесение в почву в качестве источника йода морских водорослей, содержащих 0,28% йода на сухое вещество, увеличило урожай корнеплодов свеклы на 24%.

Удобрения, содержащие йод, могут значительно увеличить содержание йода в растениях. Так, например, в Скриверском опытном хозяйстве, на Вилянкой селекционно-опытной станции и на Стендской селекционно-опытной станции йодистый калий в смеси с карбоаммофоской, а также обогащена йодистым калием (KI – 300 г/га), увеличили содержание йода в сене клевера – тимофеевки в 3 раза, а в овсе – даже 5-6 раз (табл.1).

Таблица 1

Содержание йода в сене (клевер, тимофеевка) и овсе, мг/кг абсолютно сухого вещества

Вариант	Сено клевера-timoфеевки (в Скриверском опытном хозяйстве и на Вилянкой селекционно-опытной станции)	Овес на зеленый корм (в Стендской селекционно-опытной станции)
Карбоаммофоска ($N_{60}P_{60}K_{60}$)- фон	0,06 – 0,08 (0,07)	0,06
Фон + KI – 150 г/кг	0,12 – 0,16 (0,14)	0,19
Фон + KI – 300 г/га	0,15 – 0,26 (0,21)	0,29
Карбоаммофоска, промышленно обработанная йодистым калием ($N_{60}P_{60}K_{60} + KI$) – 300 г/га	0,20 – 0,22 (0,21)	0,35

Оптимизация питания растения, повышение эффективности внесения удобрений в огромной степени связаны с обеспечением оптимального соотношения в почве макро- и микроэлементов. Причем это важно не только для роста урожая, но и повышения качества продукции растениеводства и животноводства. Следует учитывать также и то, что новые высокопродуктивные сорта имеют интенсивный обмен веществ, который требует достаточной обеспеченности всеми элемен-

тами питания, включая и микроэлементы. При возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям их потребность в микроэлементах повышается, при этом изменяются коэффициенты использования растениями макроудобрений. Вместе с тем на подвижность микроэлементов, а значит и на их поступление в растения значительное влияние оказывают свойства почвы, применение органических и минеральных удобрений.

Агрохимическое изучение йода представляет большой интерес в связи с его очень важной ролью в питания человека и животных. Исследования последних лет показали, что йодная недостаточность у человека и животных распространена шире, чем это ранее считалось, и наблюдается в той или иной степени не только во многих горных районах, но и в ряде равнинных мест. Основным источником поступления йода в организм человека и животных является прежде всего растительная пища. Поступления же йода в растения и содержание его в продуктах растениеводства в свою очередь зависят от наличия этого элемента в почве, от биологических особенностей растений, от свойств применяемых удобрений и ряда других факторов.

Йод относится к числу рассеянных элементов и встречается главным образом в виде йодистых солей натрия, калия, кальция и магния.

В кислой среде йод более подвижен, чем в щелочной. В почвах, богатых Fe^{3+} , Mn^{4+} и другими окислителями, наблюдается потеря йода в процессе выветривания и почвообразования.

Накоплению йода в почвах способствует близость к океану, сухой жаркий климат, аккумуляция органического вещества и ила, высокое содержание солевых минералов типа хлоридов и бромидов, тонкой и коллоидной фракций, нейтральная и щелочная среда ($pH > 7$). Мало йода в почвах, удаленных от моря, в районах с малым количеством осадков, в областях сравнительно недавнего оледенения.

В организм человека и животных йод поступает вместе с пищей и питьевой водой. Однако содержание йода в питьевой воде и растительных продуктах очень неравномерно и зависит от местности.

Растения, произрастающие в районах, где встречается заболевание щитовидной железы, также содержат мало йода.

Ориентировочными нормами и потребности животных в микроэлементах считаются для крупного рогатого скота и овец в расчете на 1 кг сухого вещества корма: вода – 0,1 до 0,15 мг; кобальта – от 0,3 до 1,5 мг; меди – от 5 до 10 мг.

В.В.Ковальским установлены пороговые концентрации микроэлементов для сельскохозяйственных животных (табл.2)

Таблица 2

Пороговые концентрации химических элементов в корме, мг/кг сухого вещества

Элемент	Среднее содержание в кормовых растениях	Пороговая концентрация		Норма для животных
		Нижняя	Верхняя	
I	0,18	До 0,07	0,8 – 2,0	0,07 – 1,20
Co	0,32	0,10 – 0,25	1,0	0,25 – 1,00
Zn	21,00	20,00 -30,00	60,0 – 100,0	20,00 – 60,00
Cu	6,40	3,00 – 5,00	20,0 – 40,0	5,00 – 12,00

В настоящее время проблема применения удобрений, содержащих йод, в сельском хозяйстве имеет важное значение не только для повышения урожая, но и для обеспечения необходимого содержания этого элемента в растительной пище человека и животных в районах с недостатком йода [2-3].

Учеными ТашГТУ исследована переработка водных концентратов микроэлементов из самоизливающихся источников минеральных вод. Работая в этом направлении, получены научные результаты. Опытов по изучению действия йода как удобрения на урожай различных культур пока проведено сравнительно немного. В ряде полевых и вегетационных опытов установлено положительное влияние йода на рост, развитие и величину урожая различных культур. Использование подземные самоизливающихся минеральных вод с целью для получения микроэлементов для применения в растениеводстве, опытно-промышленная установка фракционного разделения солей, работающая в технологической цепочке с действующей вакуумно-выпарной комбинированной установкой, позволила получить комплекс микроэлементов.

Данное средство для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур, содержащее водный раствор рассола, включающего природные минеральные элементы, в котором в качестве рассола, введена высококонцентрированная минерализованная йодо-бромная хлоридо-натриево-кальциевая вода с уд. плотностью 1,33-1,40 г/л, при этом, концентрация водного раствора рассола составляет 0,2-1,0 %.

Обработка семян таким средством позволила повысить энергию прорастания семян на 17,3 %, всхожесть – на 17,1%, урожайность – на 20,0 ц/га, при этом расширился арсенал средств для предпосевной обработки сельскохозяйственных культур.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что использование предлагаемого средства для предпосевной обработки семян позволяет существенно повысить энергию прорастания и всхожесть семян, а также урожайность сельскохозяйственных культур и, в частности, риса сорта «Истикбол» и позволяет расширить ассортимент за счет использования экологически безопасного и доступного стимулятора роста растений, полученного на основе местного природного сырья, таким образом, расширив их арсенал.

Список литературы:

1. Анспок П.И. Микроудобрения. Л.: Агрпромиздат, 1990. 272 с.
2. Исмаилов С.И., Холмухамедов Б.Ж., Фахрутдинов Р.Р. Применение концентрата «Йод-шифо» в пищевой промышленности в качестве микроэлементной добавки. Сб. тезисов докладов республиканской конференции «Техносфера человек и микроэлементы». Ташкент, 2004. ТашГТУ. С.3 – 5.
3. Норкулова К.Т., Умаров В.Ф., Шарипов М.Н. Использование концентрата подземных минерализованных вод в растениеводстве. Материалы Республиканской научно-практической конференции «Экологически чистые ресурсосберегающие технологии выращивания, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции». Ташкент, 2009. С.294 – 297.

УДК 631.365.29

СПОСОБ СУШКИ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА С ПОМОЩЬЮ ВИБРАЦИИ

Ж.Э. Сафаров

Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан

jasursafarov@mail.ru

Технологический процесс сушки овощей основан на том, что инфракрасное излучение определенной длины волны активно поглощается водой, содержащейся в продукте, но не поглощается тканью высушиваемого продукта, поэтому удаление влаги возможно при невысокой температуре (40 – 60 °С), что позволяет практически полностью сохранить витамины, биологически активные вещества, естественный цвет, вкус и аромат подвергающихся сушке продуктов [1].

Влага из толщи влажного материала перемещается к поверхности раздела фаз за счет массопроводности. От поверхности раздела фаз влага передается в ядро газового потока за счет конвективной диффузии.

Как показывает опыт, при сушке влажных тел в большинстве случаев скорость сушки существенно меняется с изменением влажности материала. Существует два типичных периода сушки. В начале процесса скорость сушки оказывается постоянной, не зависящей от влажности материала. В этот период постоянной скорости (или первый период) испарение влаги из материала происходит так же, как и со свободной поверхности жидкости. Скорость процесса лимитируется конвективной диффузией паров воды от поверхности раздела фаз в ядро газового потока.

Второй период сушки – период уменьшающейся скорости – характеризуется тем, что процесс лимитируется массопроводностью внутри влажного материала, а конвективная диффузия паров жидкости от поверхности раздела фаз в ядро газового потока не оказывает существенного влияния на процесс сушки.

Скорость сушки в третьем периоде приближается к нулю, в этот момент влажность материала становится равной равновесной влажности, что показывает завершение процесса сушки.

Сушка корнеплодов для Республики Узбекистан, имеющей значительные ресурсы по сохранению выращенных овощей и фруктов и обладающий большим потенциалом по развитию средств проведения технологии сушки собранной продукции, все больше становится актуальной. В настоящее время способы сушки, применяемые на различных перерабатывающих производствах, требуют использования элементов современных технологий переработки, повышающих качество конечной продукции, уменьшающих время переработки, улучшающих качество обезвоживаемого материала [2, 3].

Анализ сушки с вибрацией и без нее в ИК-поле, а также при наличии вакуума показывают, что экономия электроэнергии небольшая, то есть 16-18%. Но самым главным эффектом является сокращение времени сушки при наличии вибрации, которое может достигать до 40%. По первому закону термодинамики энергия, затрачиваемая на фазовый переход «жидкость-пар» для единицы объема, не зависит от вида подаваемой энергии, а экономия энергии происходит исключительно за счет сокращения времени потери энергии во внешнюю среду. В действительности системы сушки являются незамкнутыми системами, где существуют потери энергии в каждую единицу времени. Вибрация, усиливая процесс диффузии и фильтрацию, тем самым ускоряет обеспечение влагой поверхностных слоев обезвоживаемого материала.

Таблица 1

Дискретная сушка топинамбура в ИК-поле при отсутствии вибрации и вакуума (очищенный топинамбур, через терки)

Процесс, час	Продолжительность ИК-облучения, час	Время отключения ИК-излучения, час	Мощность ИК-излучения, кВт	Расход энергии на ИК-излучение, кВт × час	W, %
1-час	0,83	0,17	6	4,98	82,10
2-час	0,83	0,17	6	4,98	66,40
3-час	0,75	0,25	6	4,50	55,65
4-час	0,75	0,25	6	4,50	35,55
5-час	0,67	0,33	6	4,02	29,40
6-час	0,67	0,33	6	4,02	25,15
7-час	0,50	0,50	6	3,00	21,50
8-час	0,50	0,50	6	3,00	18,25
9-час	0,30	0,70	6	1,80	14,10
10-час	0,30	0,70	6	1,80	12,20
ИТОГО	6,10	3,90		36,60	

Таблица 2

Дискретная сушка топинамбура в ИК-поле при наличии вибрации и вакуума (очищенный топинамбур, через терки)

Процесс, час	Продолжительность ИК-облучения, час	Время отключения ИК-излучения, час	Мощность ИК-излучения, кВт	Расход энергии на ИК-излучение, кВт × час	Расход энергии на создание упругих колебаний, кВт × час	Расход энергии для создания вакуума, кВт × час	W, %
1-час	0,83	0,17	6	4,98	0,50	1,40	82,10
2-час	0,83	0,17	6	4,98	0,50	1,20	56,30
3-час	0,75	0,25	6	4,50	0,50	0,70	29,65
4-час	0,75	0,25	6	4,50	0,50	0,20	10,30
ИТОГО	3,16	0,84		18,96	2,00	3,50	

Из таблицы 1 – 2 следует, что наличие вибрации особенно эффективно во втором периоде сушки. Эффективность вибрации еще сильнее возрастает в условиях вакуум-сушки. Это связано с наличием градиента влаги в слоях долек корнеплодов при сушке.

Список литературы:

1. Кавецкий Г.Д., Королев А.В. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: ВО «Агропромиздат», 1991. 363 с.
2. Норкулова К.Т., Сафаров Ж.Э., Фахрутдинов Р.Р. Ускорения процесса сушки. Вестник ТашГТУ, 2012. №3 – 4. С.98 – 101.
3. Норкулова К.Т., Сафаров Ж.Э., Маматкулов М.М., Фахрутдинов Р.Р. Использование инфракрасного облучения при сушке. Республиканская научно-техническая конференция «Современны технологии в пищевой промышленности». Бухара, 2011. С.97 – 99.

УДК 664.951:7

САЙРА ТИХООКЕАНСКАЯ МЕЛКАЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**Т.А. Давлетшина, Н.В. Долбнина, Е.А. Солодова, Г.И. Загородная, М.А. Чернова**

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток, Россия

solodova@tinro.ru

Для дальневосточного региона массовым объектом промысла открытых вод Тихого океана является сайра (*Cololabis saira*), которая относится к семейству Scomberesocidae (макрелешуковые, скумбрушковые).

Сайру мороженую подразделяют, в соответствии с требованиями по длине, на крупную (более 29 см), среднюю (24 – 29 см) и мелкую (17 – 24 см). Доля мелкой сайры в уловах достигает 40–50 %. В зависимости от вида разделки и размерной группы сайры выпускается в ассортименте, в том числе «Сайра тихоокеанская мелкая неразделанная мороженая» и «Сайра тихоокеанская мелкая полупотрошенная мороженая». В настоящее время стоит проблема использования мелкой сайры тихоокеанской в производстве.

Исследование качества мелкой сайры тихоокеанской неразделанной при холодильном хранении и разработка путей её рационального использования является актуальной на сегодняшний день.

Целью настоящих исследований было изучение показателей безопасности и качества мелкой сайры тихоокеанской неразделанной и определение путей её рационального использования.

Объектом исследований была мороженая мелкая сайра тихоокеанская *Cololabis saira*, заготовленная в районе Южных Курил ЮВТО по ТУ 9261-267-00472012-04 «Сайра тихоокеанская мороженая». Хранение проводили при температурах минус 18 °С и минус 30 °С.

Материалы и методы исследований. Показатели безопасности определяли в соответствии с Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) и ТР ТС 021 [1, 2]. Определение химических показателей сырья проводили по общепринятым методикам [3]. Относительную биологическую ценность (ОБЦ) объектов устанавливали с использованием реснитчатой инфузории *Tetrahytmena pyriformis* [4]. Консервы стерилизовали в вертикальном автоклаве типа АВ-2. Контроль измерения температуры и фактического стерилизующего эффекта осуществляли на приборе СТ-9004 фирмы ЭЛЛАБ (Дания). Разработку режимов стерилизации консервов осуществляли согласно «Инструкции по разработке режимов стерилизации из рыбы и морепродуктов» [5].

Результаты и их обсуждение. Установлено, что по показателям безопасности и паразитарной чистоты мелкая сайра соответствовала Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) и ТР ТС 021.

Анализ данных по количеству гистамина в мороженой мелкой сайре различных сроков и условий хранения (табл.1) свидетельствует о целесообразности его определения, так как содержание гистамина к четырём месяцам хранения при температуре минус 18 °С превышает нормы, принятые для стран ЕС (не более 50 мг/кг).

Считаем, что необходимо проводить контроль за содержанием гистамина в мышечной ткани мороженой сайры при хранении.

Таблица 1

Содержание гистамина в мышечной ткани мелкой мороженой сайры

Продолжительность хранения, мес	Температура хранения, °С	Массовая доля гистамина, мг/кг
2(исх)	минус 18	43,52
3	минус 18	77,44
4	минус 18	81,48
2 (исх)	минус 30	43,52
4	минус 30	48,20

Органолептическая оценка мелкой сайры сроком хранения 4 мес при температуре минус 30°С свидетельствует о высоких показателях качества сайры: бульон - прозрачный, с лёгкой опалесценцией, без запаха окисления, с капельками жира на поверхности; мясо - со вкусом, свойственным варёной сайре, без окисления. Отмечено небольшое уплотнение мышечной ткани рыбы. При органолептической оценке мелкой сайры, сроком хранения 4 мес при температуре минус 18°С, в бульоне отмечен незначительный запах окисленного жира. Вкус мяса - свойственный данному виду рыбы, без окисления. Консистенция мяса - уплотнённая.

Органолептическая оценка подтверждена химическими исследованиями образцов сайры мелкой (табл.2).

Установлено, что к 4 мес хранения при минус 18°С азот летучих оснований в мышечной ткани сайры увеличился на 37 % и при минус 30 °С - на 15 %, а перекисное число изменилось незначительно. Кислотное число жира мышечной ткани сайры при температуре хранения минус 18 °С в 2,5 раза превышало таковое при минус 30 °С. Отмечено, что при более низкой температуре хранения замедляются процессы окисления и гидролиза липидов мышечной ткани рыбы, что способствует сохранению ее качества длительное время.

Показатель относительной биологической ценности мышечной ткани сайры, независимо от температуры, оставался высоким до 3 мес хранения (81,5 % и 85,3 %), но к 4 мес снизился на 13,0 % - при минус 18 °С, и на 6,0 % - при минус 30 °С (табл. 2).

Таблица 2

Химические показатели сайры тихоокеанской мелкой при хранении

Температура и срок хранения	Массовая доля, %				Азот летучих оснований, мг, %	Пере-кисное число, % I ₂	Кислот-ное число, мг КОН/г липидов	ОБЦ, %
	липиды	белок	вода	минераль-ные вещества				
минус 18°С, 3 мес	10,9	21,0	66,7	1,4	17,6	0,05	6,2	81,5
минус 18°С, 4 мес	10,7	22,2	67,2	1,4	24,1	0,08	17,3	71,2
минус 30°С, 3 мес	10,8	21,3	66,5	1,4	15,8	0,0	6,9	85,3
минус 30°С, 4 мес	10,7	21,0	66,9	1,4	18,3	0,03	8,2	80,2

На основании полученных данных была исследована возможность использования мороженой мелкой сайры тихоокеанской в технологии стерилизованной консервированной продукции.

Разработка рецептур консервов по типу паштетов проводилась с учетом требований НД, действующих на подобного вида консервы (сочность, незначительное содержание отстоя, содержание основного компонента, сайры - не менее 50 %).

При изготовлении паштетной массы, кроме сайры (60,0 %), использовали (%): лук (11,5) и морковь (10,0) пассерованные, сухое молоко (3,0), крахмал (2,6), растительное масло (7,0), воду (2,5), соль (1,4) и специи.

Размороженную сайру разделявали на тушку без головы, внутренностей и хвостового плавника, промывали проточной водой, измельчали на волчке через решетку с диаметром отверстий от

2 до 3 мм. В фарш добавляли остальные компоненты и полученную смесь подвергали тонкому измельчению на куттере (продолжительность рабочего цикла измельчения от 10 до 15 мин). Далее банки (№ 6, массой нетто 250 г) заполняли паштетной массой плотно, без пустот, закатывали и направляли на стерилизацию.

Обоснование режима стерилизации консервов проводили с учетом величины нормативного стерилизующего эффекта ($F_n = 5,5$ усл. мин), необходимого для обеспечения промышленной стерильности.

Проведенными исследованиями установлена предварительная формула стерилизации для банки № 6:

$$\frac{5-15-55-20}{120} \text{ МПа} \\ 120 \text{ }^\circ\text{C}$$

При органолептической оценке установлено, что в образцах консервов отсутствуют посторонний вкус и запах, признаки горечи. Брикет хорошо сохраняет форму при выкладывании, имеет однородную, мягкую, сочную консистенцию, с выраженным запахом и вкусом сайры и компонентов, входящих в рецептуру.

В консервах по типу паштетов показатели пищевой ценности составили (%): белок – 13,1; липиды – 18,5; углеводы – 7,5; минеральные вещества – 1,9. Энергетическая ценность – 249 ккал.

Результаты исследований качества консервов свидетельствуют о том, что мелкую сайру неразделанную можно хранить при температуре минус 30 °С, что значительно улучшает качественные показатели рыбы в течение длительного периода времени, и позволяют в дальнейшем рекомендовать её для изготовления фаршевых консервов, в том числе по типу паштетов.

Список литературы:

1. Решение Комиссии Таможенного союза «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» от 28 мая 2010 года, № 299.
2. ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции. Технический регламент Таможенного союза, утверждённый решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880.
3. Журавская Н.К. Исследования и контроль качества мяса и мясопродуктов /Н.К. Журавская, Л.Т. Алехина //М.: Агропромиздат, 1985. с. 58 – 60.
4. Шульгин Ю.П. Ускоренная биотис оценка качества и безопасности продуктов из водных биоресурсов /Ю.П. Шульгин, Л.В. Шульгина, В.А. Петров //Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2006. 159 с.
5. Инструкция по разработке режимов стерилизации из рыбы и морепродуктов. Санкт-Петербург: 1996. 42 с.

УДК 664.951:639

РАЗМЕРНЫЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ НОВЫХ ВИДОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ

Т.А. Давлетшина, Г.И. Загородная

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток, Россия

ta.davletshina@yandex.ru

В последние годы к числу ценных промысловых объектов относятся двустворчатые моллюски, которые отличаются низким содержанием жира (до 0,5 %), высоким содержанием белка и биологически активных веществ: витаминов, аминокислот, углеводов, минеральных компонентов и др.

На долю двустворчатых моллюсков приходится более 10 % от всего мирового улова гидробионтов [1]. В нашей стране спрос на зарывающиеся двустворчатые моллюски начал формироваться только с 2000 г. Большая часть их реализуется в свежем и мороженом виде. Всё вышесказанное предопределяет изучение размерно-массового состава вводимых в промысел моллюсков, их пищевой и биологической ценности для разработки рекомендаций по их рациональному использованию.

В ФГУП «ТИНРО-Центр» разработана технология пресервов [2] и технология стерилизованных консервов [3,4] из зарывающихся двустворчатых моллюсков (анадары и спизулы).

В последние годы на Дальнем Востоке в промысел вводят новые моллюски: мерценарию Стимпсона (*Mercenaria Stimpsoni*), мию японскую (*Mya japonica*), серрипес гренландский (*Serripes groenlandicus*) и др., запасы которых довольно значительны.

Мерценария Стимпсона (*Mercenaria stimpsoni*) – промысловый двустворчатый зарывающийся моллюск, живёт в песчаном, илесто-песчаном и гравийном грунтах на глубинах 3 – 45 м у открытых берегов и в бухтах. В зоне Японского моря, подзона Приморье, образует весьма существенные скопления. Промысловый размер его – 55 мм по длине раковины [5]. В 2010 г общий и промысловый запасы мерценарии в прибрежных водах залива Петра Великого составили 1,776 и 1,482 тыс. т соответственно [6].

Мия японская – тихоокеанский, широко распространённый вид. Моллюск обитает в илах, илистом песке и илесто-песчаном гравии, зарываясь в грунт до 1 м. Мия заселяет закрытые, полузакрытые бухты и заливы на глубинах 1,5-30 м, перспективный объект для промысла. Общий запас мии японской в зал. Петра Великого составляет порядка 500 т, а в водах северного Приморья – 140 т [6].

К потенциально промысловым объектам относится серрипес гренландский (*Serripes groenlandicus*), широко распространённый бореально-арктический вид, обитает в илесто-песчаном, илистом грунтах. Образует скопления на глубинах 30 – 80 м в заливе Петра Великого, у побережья южного и западного Сахалина, в Охотском и Беринговом морях. Промысловый размер – 70 мм по длине раковины [6].

Целью проводимых исследований было изучение размерно-массового состава и пищевой ценности дальневосточных двустворчатых моллюсков: мерценарии Стимпсона, серрипеса гренландского и мии японской.

Объектом исследований были двустворчатые моллюски: мерценария Стимпсона (*Mercenaria stimpsoni*), мия японская (*Mya japonica*) и серрипес гренландский (*Serripes groenlandicus*).

Методы исследований. Показатели безопасности моллюсков определяли в соответствии с требованиями ТР ТС 021 [7]. Определение химических показателей сырья проводили по общепринятым методикам [8]. Относительную биологическую ценность (ОБЦ) объектов исследовали с использованием реснитчатой инфузории *Tetrahymena pyriformis* [9].

Результаты и их обсуждение. Все исследуемые моллюски по микробиологическим показателям и содержанию токсичных элементов соответствовали требованиям ТР ТС 021 [7]. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов не превышало предельно допустимых концентраций, паразитический вибрион, бактерии группы кишечных палочек, плаз-

маоагулирующий стафилококк, сальмонеллы и листерии отсутствовали во всех исследуемых объектах. Содержание токсичных элементов не превышало предельно допустимые уровни.

Результаты исследования размерно-массового состава (табл.1) показали, что привезённые из района промысла двустворчатые моллюски по длине раковины соответствуют промысловым размерам.

Исследуемые моллюски характеризуются большим, по сравнению с анадарой Броутони (около 10 %) и спизулой сахалинской (13,5 %), выходом съедобной части, наибольший выход отмечен у мии японской, наименьший – у мерценарии Стивенса.

Анализ результатов химического состава исследуемых моллюсков (табл. 2) показал, что мягкие ткани мерценарии Стивенса и мии японской характеризуются большим содержанием воды и меньшим содержанием белка, по сравнению с серрипесом гренландским, где отмечено довольно большое содержание белка и углеводов, приближенное к содержанию углеводов [2] у спизулы (6,0-7,1 %).

Методом биотестирования, с использованием инфузорий *Tetrahymena pyriformis*, определена фактическая биологическая ценность мяса моллюсков, определяемая количеством азота пищи, удержанного тест-организмом для их роста и размножения. В качестве контрольного белка использовали казеин. Установлено, что относительная биологическая ценность мяса моллюсков находилась в пределах 81,8 – 102,3 %. Известно, что биологическая ценность объекта определяется содержанием и соотношением незаменимых аминокислот.

Таблица 1

Размерно-массовая характеристика двустворчатых моллюсков

моллюски	Пределы изменения размеров раковины, см			Пределы колебания веса ракушки, г	Выход съедобных тканей, %
	длина	ширина	высота		
мерценария Стивенса	<u>6,5-7,7</u> 7,1	<u>5,2-6,4</u> 5,8	<u>2,8-3,5</u> 3,2	<u>80,9-115,8</u> 98,4	15,7
мия японская	<u>6,7-7,2</u> 7,0	<u>4,0-5,4</u> 4,7	<u>2,5-3,2</u> 2,9	<u>49,1-70,0</u> 60,0	22,8
серрипес гренландский	<u>6,0-11,3</u> 8,7	<u>5,1-8,1</u> 6,6	<u>4,3-7,5</u> 5,9	<u>164,1-241,4</u> 202,8	18,6

Таблица 2

Химический состав съедобных мягких тканей моллюсков

моллюски	Массовая доля, %					ОБЦ, %
	вода	белок	липиды	углеводы	минеральные вещества	
мерценария	87,2	8,6	0,1	3,6	0,5	102,3
серрипес	80,7	11,9	0,1	6,1	1,2	81,8
мия	85,2	8,8	0,1	4,9	1,0	91,4

Таблица 3

Аминокислотный состав белков моллюсков

Аминокислота	Эталон белка по ФАО/ВОЗ, мг/г белка	Моллюски			
		Серрипес		Мерценария	
		мг/г белка	АК скор %	мг/г белка	АК скор %
Валин	50	44	88,0	50	100,0
Лейцин	70	69	99,0	84	120,0
Изолейцин	40	39	98,0	45	112,5
Треонин	40	48	120,0	54	135,0
Метионин + цистеин	35	4,3	12,3	4,0	11,4
Фенилаланин+тирозин	60	59	98,3	67	111,7
Лизин	55	70	127,3	80	145,5
Сумма НАК	350	333,3		384	

Результаты исследований аминокислотного состава белков (табл.3) показывают, что мышечная ткань моллюсков характеризуется набором всех незаменимых аминокислот. Биологическая полноценность белков определяется и степенью их соответствия международной шкале ФАО/ВОЗ. Для оценки биологической и питательной ценности, был рассчитан аминокислотный скор мяса моллюсков (табл. 3). Установлено, что лимитирующими в белках исследуемых моллюсков являются незаменимые аминокислоты: метионин, цистеин и валин. Содержание остальных - превышает (у мерценарии и мии) рекомендуемый международный уровень по шкале ФАО/ВОЗ или приближено (у серрипеса гренландского) к нему, что подтверждает биологическую полноценность белков мышечной ткани моллюсков.

Таким образом, новые промысловые виды двустворчатых моллюсков: мерценария Стимпсона, серрипес гренландский и мия японская по показателям безопасности и содержанию токсичных элементов соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011, характеризуются высокой пищевой и биологической ценностью и представляют интерес для разработки технологии пищевой продукции из них.

Список литературы:

1. Modern encyclopedia of fish – Japan: NTS, 1999. P. 853 – 856.
2. Зюзьгина А.А. Биотехнология пищевой продукции из анадары и осьминога /А.А. Зюзьгина // Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. Владивосток, 2004. 24 с.
3. Гришин А.С. Разработка новых консервированных продуктов из клем и их товароведная оценка / А.С. Гришин // Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. Кемерово, 2006. 27 с.
4. Гришин А.С. Дальневосточные двустворчатые моллюски – перспективные объекты для консервного производства // Материалы Всероссийской Интернет-конференции молодых ученых «XXI век – перспективы развития рыбохозяйственной науки». Владивосток: ТИПРО-Центр, 2002. С. 133 – 136.
5. Явнов С.В. Атлас двустворчатых моллюсков дальневосточных морей России / С.В. Явнов, С.Е. Поздняков // Владивосток: «Дюма», 2000. С. 49 – 50, 65 – 66, 111 – 112.
6. Состояние промысловых биоресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2012 г., Вл-к, 2011. С.246 – 248.
7. ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции. Технический регламент Таможенного союза, утверждённый решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880.
8. Журавская Н.К. Исследования и контроль качества мяса и мясopодуков / Н.К. Журавская, Л.Т. Алехина // М.: Агропромиздат, 1985. с. 58 – 60.
9. Шульгин Ю.П. Ускоренная биотис оценка качества и безопасности продуктов из водных биоресурсов / Ю.П. Шульгин, Л.В. Шульгина, В. А. Петров // Владивосток, Изд-во ТГЭУ, 2006, 159с.

УДК 664.95:3.043.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАРОДЫШЕВЫХ ПШЕНИЧНЫХ ХЛОПЬЕВ В ОСЕТРОВОМ КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ**А.М. Павловский**

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток, Россия

pavlovskas23@rambler.ru

Введение

Удорожание основного компонента осетровых комбикормов – рыбной муки вынуждает искать ей замену или проводить снижение доли этого компонента в составе комбикормов. Одним из таких путей, по нашему мнению, является снижение доли рыбной муки за счёт частичной замены её на другие более дешёвые, но не менее ценные компоненты. Одним из таких компонентов является натуральный продукт из зародышевых пшеничных хлопьев.

Целью настоящего исследования явились изучение химического состава пшеничных зародышевых хлопьев, составление рецептур осетровых продукционных комбикормов и оценка качества полученных комбикормов.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись хлопья (жмых) из зародышей пшеничных зёрен, выработанные промышленным способом по ТУ-9295-001-00932169-96[1]. В качестве контрольных образцов были использованы опытные осетровые продукционные комбикорма с фракцией 4,5 мм, изготовленные в ФГУП «ТИНРО-Центр» по ТУ 9283-329-00472012-2010. В состав рецептур опытных кормов было внесено от 10-20 % пшеничных зародышевых хлопьев вместо рыбной муки. Комбикорма получали по традиционной технологии методом термобарической грануляции пылевидной смеси компонентов через фильеры определённого диаметра (4,5 мм). Определение химических показателей качества пшеничных зародышевых хлопьев и комбикормов проводилось следующими методами:

содержание сырого протеина - по ГОСТ Р 51417-99 [2];

содержание сырого жира - по ГОСТ 13496.15-97 [3];

содержание влаги - по ГОСТ 13496.3-92 [4];

содержание сырой золы, перекисного и кислотного числа жира [5];

Определение массовой доли углеводов, %, проводилось по формуле:

$$X=100-(A+B+C+D), \text{ где}$$

A - массовая доля сырого протеина, %;

B - массовая доля влаги, %;

C - массовая доля сырого жира, %;

D - массовая доля золы, %.

Калорийность пшеничных зародышевых хлопьев и осетровых комбикормов рассчитывалась по формуле [6]

$$K=(B \times 3,9 + Ж \times 8,0 + У \times 1,6) \times 4,2, \text{ где}$$

K - калорийность, кДж/100г корма;

B - массовая доля белка в 100 г корма;

Ж - массовая доля жира в 100 г корма;

У - массовая доля углеводов в 100 г корма;

4,2- коэффициент перевода ккал в кДж.

Расчет энерго-протеинового отношения: отношение калорийности корма к массовой доле белка, содержащегося в 100 г корма. Содержание влаги определяли на влагомере «Kett», модель F-1A (Япония). Содержание белка определяли на приборе «Къельтек» (Швеция).

Результаты и обсуждение

Проведены исследования химического состава пшеничных зародышевых хлопьев и осетрового комбикорма (с добавлением 20% хлопьев), комбикорма без хлопьев (контроль) размером гранул 4,5 мм. Анализ данных по химическому составу показал, что зародышевые хлопья и исследуемые комбикорма в целом соответствуют нормам пригодности в кормопроизводстве (табл. 1).

Таблица 1
Химический состав пшеничных зародышевых хлопьев и осетрового комбикорма

Продукт	Вода, %	Белок, %	Жир, %	Зола, %	Углеводы, %	КЧ, мг КОН/г жира	ПЧ, % I ₂
Пшеничные зародышевые хлопья	2,20	37,11	6,42	4,32	49,95	25,83	0,17
Корм осетровый (опытный)	9,20	43,78	4,14	8,41	34,47	31,3	0,06
Корм осетровый (контроль)	8,20	42,70	4,5	15,87	28,73	30,2	0,25

Результаты расчёта калорийности и энерго-протеинового отношения пшеничных зародышевых хлопьев и осетровых комбикормов показывают (табл.2), что все исследуемые объекты являются хорошими кормовыми продуктами, но зародышевые пшеничные хлопья более подходят для производственных кормов. Для молоди рыб рекомендуются корма с энерго-протеиновым отношением не выше 29,4 кДж [6].

Таблица 2

Таблица для расчета калорийности и энерго-протеинового отношения пшеничных зародышевых хлопьев и исследуемых комбикормов

Объект исследования	Показатели энергии	
	Калорийность, кДж/100 г	Энерго - протеиновое отношение, кДж/г
Пшеничные зародышевые хлопья	1159	31,2
Корм осетровый (опытный)	1088	24,8
Корм осетровый (контроль)	1046	24,5

Хлопья из зародышей пшеницы получают методом прямого прессования в щадящем (холодном) температурном режиме и при невысоком давлении. Продукт сохраняет пищевую ценность в течение 6 мес. Стабильность продукта обеспечивается только за счёт природных антиоксидантов в экструдированной форме получения. Хлопья содержат около 30-35 % белка, 6-9 % липидов, из которых 9-11 % полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). Белок их практически полноценен по содержанию незаменимых аминокислот, а также особым достоинством их является высокое содержание витамина Е – 135-265 мг/100 г [7].

Опыт экспериментальных исследований пшеничных зародышевых хлопьев в качестве кормового компонента для форели, американского веслоноса, карпа и аквариумных рыб подтвердил их высокую пищевую ценность для рыб [8].

Следует отметить, что пшеничные зародышевые хлопья имеют большое преимущество перед другим белковым сырьём – значительная сырьевая база для промышленного выпуска, так как на российских мелькомбинатах ежегодно вырабатывается несколько сотен тысяч тонн зародышей пшеницы.

Однако, пшеничные зародышевые хлопья невозможно использовать в чистом виде вместо корма, так как не обеспечиваются физико-химические свойства для кормления осетровых рыб (излишняя плавучесть и набухаемость в воде). В хлопьях присутствует избыток углеводов, из которых, 16 % сахарозы, 5-7 % мальтозоподобных сахаров и 4,0-6,9 % раффинозы [7] также не рекомендуются в составе рецептур для осетровых рыб.

Список литературы.

1. ТУ 92 ТУ-9295-001-00932169-96 «Пшеничные зародышевые хлопья». М.: ВНИИЗ, 1996. 12 с.
2. ГОСТ Р 51417-99 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Метод Кьельдаля». - М.: Изд-во стандартов, 2002. 6 с.
3. ГОСТ 13496.15-97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира». М.: Изд-во стандартов, 2002. 11 с.
4. ГОСТ 13496.3-92 «Корма, комбикормовое сырье. Метод определения влаги». - М.: Изд-во стандартов, 2002. 4 с.
5. Скляр В.Я., Гамыгин Е.А., Рыжков Л.П. Кормление рыб. Справочник. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 119 с.
6. Сорвачев К.Ф. Основы биохимии питания рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 247 с.
7. Григоренко Е.И. Природное биологически активное сырьё - путь к расширению ассортимента хлебобулочных изделий профилактического назначения // Материалы II Международной научной конференции «Инновационные технологии переработки продовольственного сырья - Владивосток: Изд-во Дальрыбвтуза, 2011. С. 268 – 271.
8. Шмаков Н.Ф. Пшеничные зародышевые хлопья: Экструзия, срок хранения, замена рыбной муки и кормосмеси // Сб. научных трудов ВНИИПРХ «Растительные продукты и новые объекты рыбоводства и акклиматизации». М.: 1991. Вып. 61. С.93 – 100.

УДК 664.951:639

ПОЛУЧЕНИЕ КОНСЕРВОВ ИЗ ПЕЧЕНИ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

М.А. Чернова, Л.В. Шульгина

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток, Россия

Mariika_1988@mail.ru

При переработке тихоокеанских лососей формируются значительные объемы печени, которая остается невостребованной для производства пищевой продукции, в частности, консервов. Масса печени лососевых рыб составляет около 2,4 % от общей массы рыбы [1]. Печень содержит не более 4-5 % жира, поэтому не является жировым депо. Напротив, содержание белков составляет около 18-20 %. В печени содержится большое количество фосфолипидов, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, фосфора, железа и других минеральных элементов [1, 2]. Известно, что фосфолипиды являются необходимыми пищевыми компонентами для человека, они выполняют множественные функции в организме, так как входят в структуру клеток нервной ткани, печени, сердечных мышц, половых желез и др. [3]. Среди полиненасыщенных жирных кислот липидов печени рыб особое внимание привлекают эйкозапентеновая (20:5n-3) и докозагексаеновая (22:6n-3), которые являются незаменимыми и относятся к омега-3 жирным кислотам. Печень лососевых рыб очень богата ферментами, что обуславливает высокую активность биохимических процессов в сырье, в том числе мороженом. В связи с тем, что печень является богатым источником вышеуказанных веществ, она используется для получения биологически активных добавок (БАД) к пище, которые способствуют уменьшению жировой инфильтрации печени человека, уменьшению атеросклеротического поражения сосудов, проявляют другие положительные эффекты на организм человека [4,5].

В этой связи, актуальными являются исследования по использованию печени тихоокеанских лососей в технологии пищевых продуктов функционального назначения, в том числе консервированных.

Целью настоящих исследований явилось обоснование и разработка технологии консервов из печени лососевых рыб по типу паштетов.

Основным объектом исследований являлась печень горбуши и кеты. Дополнительными объектами служили сырье и материалы, которые являлись компонентами в составе консервов из печени лососей.

Для проведения исследований была заготовлены образцы мороженой печени кеты и горбуши.

Предварительно был разработан способ обработки печени лососей после ее сбора, позволяющий предотвратить в мороженом сырье выраженную горечь, проявляющуюся через 1 мес. хранения, которая является одной из основных причин невостребованности печени в технологии консервов.

Для проведения исследований использовали печень рыбы-сырца, из которой удаляли желчный пузырь и пленку. Поверхность печени отмывали от слизи и грязи, после чего промывали в холодной проточной воде в течение 30 мин. Интенсивное промывание печени лососей проточной водой приводило к постепенному очищению внутренних печеночных сосудов и протоков от желчи и крови, при этом изменялся цвет от темно-красного до розового и светло-серого. Печень фасовали в блоки по 1 кг и замораживали. Хранили мороженую печень при температуре минус 18°C 4 мес., в течение которых органолептические показатели сырья не изменялись, проба на варку показала отсутствие признаков горечи. В печени лососей содержание белков составляло 17,3 – 19,4 %, липидов – 2,0–3,7 %, углеводов – 0,8–1,4 %, минеральных веществ – 1,2–1,6 %.

Ежемесячно из мороженой печени готовили консервы. С целью создания в готовом продукте необходимой консистенции и вкусоароматической композиции, сходной с той, которая свойственна паштетам из печени теплокровных животных, в качестве дополнительных компонентов использовали растительное и животное сырье, в том числе (в зависимости от ассортимента) молюски и мясо лососей, масло растительное, маргарин, молоко сухое, пассированные лук и морковь, спе-

ции. Рецептура наиболее выгодных вариантов паштетных консервов из печени тихоокеанских лососей приведена в табл. 1.

Таблица 1

Состав паштетных консервов из печени лососевых рыб

Компоненты	Содержание (%) в вариантах	
	1	2
Печень	40	38
Мясо рыбы	19	-
Молоки	-	18
Лук пассированный	9	10
Морковь пассированная	9	9
Маргарин	8	8
Масло растительное	5	5
Молоко сухое	2	1,5
Вода	6,5	9
Соль	1,2	1,2
Паприка	0,2	0,2
Душистый перец	0,1	0,1

Подготовку смеси для приготовления консервов проводили следующим образом. Печень размораживали, тщательно мыли, укладывали на перфорированные поддоны для удаления излишней влаги. Рыбу после размораживания разделяли на филе. Молоки размораживали и бланшировали, после чего измельчали до получения фарша. Подготовленные компоненты измельчали на волчке через решетку с отверстиями диаметром 2-3 мм, получали фарш (печень с мясом лососей или печень с молоками). Лук и морковь пассировали в масле. В фарш добавляли остальные компоненты в соответствии с рецептурой. Смесь подвергали куттерованию и фасованию в металлические банки № 1, масса нетто продукта составила 100 г. После вакуумзакатывания проводили стерилизацию паром в вертикальном автоклаве АВ-2, охлаждение осуществляли водой с противодавлением.

Предварительно были разработаны режимы стерилизации консервов, обеспечивающие промышленную стерильность. Для консервов каждого ассортимента была определена величина требуемой летальности, которая составляла 5,2 ус. мин. В зависимости от температуры стерилизации продолжительность прогрева консервов была разной. При температуре 120°C время собственно стерилизации консервов составило 25 мин, при температуре 115 °С – 35 мин, при этом фактический стерилизующий эффект составлял 6,8 – 7,4 усл. мин. Проведение лабораторной проверки режимов стерилизации консервов подтвердило их надежность, продукты являлись промышленно стерильными.

Готовые консервы из контрольных и опытных образцов мороженой печени по органолептическим показателям соответствовали качеству используемого сырья. В готовых консервах отмечены приятный вкус и запах консервированного продукта, свойственный печеночный привкус.

Данные по пищевой и энергетической ценности новых видов консервов из печени лососей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Пищевая и энергетическая ценность консервов из печени лососевых рыб

Показатели	Содержание (%) в вариантах	
	1	2
Вода, %	68,5	68,2
Белки, %	12,7	11,0
Жир, %	14,1	15,4
Углеводы, %	3,2	3,9
Минеральные вещества, %	1,5	1,5
Энергетическая ценность, %	190,5	198,2

Исследования жирно-кислотного состава готовых консервов из печени лососевых рыб показали, что продукты очень богаты полиненасыщенными жирными кислотами. Высокое количество

полиненасыщенных жирных кислот в продуктах из печени кеты и горбуши обусловлено, в основном, содержанием линолевой, эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислотами. Известно, что эти жирные кислоты являются для человека незаменимыми веществами, практически не синтезируются в его организме, поэтому должны поступать извне в достаточном количестве.

Таким образом, при заготовке мороженой печени лососевых рыб для дальнейшей промышленной переработки необходимо перед размораживанием проводить ее промывку проточной холодной водой в течение 30 мин, что обеспечивает сохранение качества сырья при температуре минус 18°C и готовых консервированных продуктов.

Мороженую печень лососевых рыб целесообразно использовать при производстве консервов по типу «паштет», для создания необходимой консистенции и вкусоароматической композиции в состав которых включать молоки и мясо рыбы, а также растительные компоненты и пряности.

Консервы из печени лососевых рыб характеризуются высокими товароведными характеристиками, пищевой ценностью, являются источниками незаменимых полиненасыщенных жирных кислот.

Список литературы:

1. Сафронова Т.М., Дацун В.М. Сырьё и материалы рыбной промышленности / Т.М. Сафронова, В.М. Дацун. М.: Мир., 2004. 272 с.
2. Чепкасова, А.И. Технохимическая характеристика печени лососевых рыб и перспективы ее использования / А.И.Чепкасова, Аюшин Н.Б., Юрьева М.И., Загородная Г.И., Ковалев Н.Н. // Известия ТИНРО, 2009. Т. 159. С. 325-336.
3. Гундерман, К.И. Новейшие данные о механизмах действия и клинической эффективности эссенциальных фосфолипидов / К.И. Гундерман // Клинические перспективы гастроэнтерологии, гепатологии, 2002. № 3. С. 21 – 24.
4. Патент РФ 2409291. Способ получения водорастворимого полипептидного комплекса из печени рыб лососевых пород / А.И. Чепкасова, Н.Б. Аюшин, Н.Н. Ковалев. Оpubл. 20.01.2011.
5. Чепкасова А.И. О комплексной переработке печени дальневосточных лососей / А.И.Чепкасова, Аюшин Н.Б., Юрьева М.И., Запорожец Т.С., Макаренкова И.Д., Ковалев Н.Н. // Известия ТИНРО, 2011. Т. 167. С. 240 – 251.

УДК 664.951:639

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ – ГАРАНТИЯ ИХ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА

З. П. Швидкая

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток, Россия

shvidkaya@tinro.ru

Одним из основных направлений пищевого использования гидробионтов является производство стерилизованных консервов, которые пользуются устойчивым спросом у населения, являются стратегическим продуктом.

Уместно упомянуть, что стерилизации – это конечный этап в технологии консервов, который является самым ответственным с точки зрения безопасности и качества продукта. Это обязывает все контролирующие органы требовать утвержденные режимы стерилизации консервов применительно каждой позиции: новый ассортимент, вид тары, тип автоклава, способ стерилизации.

В этой связи, научное обоснование режимов стерилизации проводится на каждом предприятии, учитывая имеющееся оборудование, санитарно-микробиологическое состояние, используемую тару, вспомогательные материалы, качество воды или в условиях научно-исследовательских учреждений, имеющих право на проведение работ и оборудованный стенд для проведения процессов стерилизации различными способами. Непременным условием является наличие утвержденной для каждого типа автоклава технологической инструкции по стерилизации консервов.

На Дальнем Востоке Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр) является единственным учреждением, специалисты лаборатории микробиологии которого, имеют право на разработку режимов стерилизации в соответствии с документом, утвержденном в отрасли «Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов» [1] с которой может ознакомиться каждый заинтересованный.

В связи с внедрением на береговых предприятиях автоклавов фирмы «Lagarde», «Steriflow», «Barriguand», «Scholz», «WAA21/m», «Acme Boiler & Tank Co», различных видов тары (стеклянная типа «Twist-off», жестяная с легко вскрывающейся крышкой различных размеров и формы, ламинированная и др.) утверждены технологические инструкции по стерилизации консервов применительно каждого автоклава. Научно обоснованы режимы стерилизации для нового и традиционного ассортимента консервов.

Нельзя не отметить, что в действующей документации [2] режимы стерилизации, особенно для консервов из нерыбных объектов промысла (креветка, морская капуста, морской гребешок, кукумария, трубач, мидии) не всегда научно обоснованы, что не позволяет их оценивать как безопасные или имеющие запас стерильности.

При этом температура собственно стерилизации составляет 112, 115 и 120 °С и чаще не обоснована применительно используемого объекта и ассортимента, так же традиционно используется только металлическая тара.

Прозрачность полимерной и стеклянной тары позволяет наглядно оценить внешний вид продукта, что предпочтительнее с точки зрения покупателя. Типоразмер тары чаще соотносят с используемым видом гидробионтов, его пищевой составляющей.

Учитывая высокие барьерные свойства стекла (инертность, совместимость с пищевыми продуктами, непроницаемость, химическая стойкость, возможность тепловой обработки, гигиеничность, экологические преимущества) разработаны режимы стерилизации для стеклянной тары под винтовую укупорку типа «Гвист-офф» вместимостью, см³: 520, 435, 417, 350, 230, 225 для консервов «Крабы натуральные «Приморские» [3].

Установлено, что в зависимости от конфигурации банки, соотношения высоты и диаметра, а так же массы нетто, продолжительность собственно стерилизации при 115°С в автоклаве

ТМП-200 (стерилизация и охлаждение в воде с противодавлением) для этого ассортимента консервов колеблется от 45 до 65 мин, обеспечивая при этом фактическую летальность 6,6 - 6,9 усл. мин.

Мягкая полимерная упаковка в виде пакетов, для консервирования пищевых продуктов имеет значительное преимущество перед металлической и стеклянной, обеспечивая лучшую прогреваемость продукта при стерилизации за счет небольшой толщины пакета. Особенно это важно для таких объектов как крабы, кальмары, гребешки для которых в консервах отмечается негативное изменение качественных характеристик за счет протекания реакции меланоидинообразования. Однако недостаточно изучено влияние этой тары на качество продукта в процессе длительного хранения.

Проведены исследования по научному обоснованию режимов стерилизации (стерилизация и охлаждение в воде с противодавлением) консервов «Кальмар натуральный» из кальмара тихоокеанского в полимерном пакете (массой нетто 135 г) с использованием различных уровней температуры собственно стерилизации 115°C и 112°C и продолжительностью собственно стерилизации 25 и 35 мин соответственно [4].

Анализируя прогреваемость содержимого консервов, отмечаем, что интенсивнее осуществляется прогрев в пакетах при температуре собственно стерилизации 115°C. При этом достижение нормативной летальности (5,6 усл. мин.) осуществляется почти в 2 раза быстрее, чем при стерилизации при 112 °С, что предпочтительнее также и с точки зрения получения лучших органолептических показателей и сохранения относительной биологической ценности продукта на довольно высоком уровне (92,1%).

Консервированные вторые блюда в мягкой упаковке - натуральные мясные и с гарнирами являются основой промежуточных (одноразовых) рационов готовых к употреблению продуктов.

Разработана технология консервов «Крупенник с кукумарией и овощами», «Рагу с кукумарией, мясом овощами и фасолью» [5], в таре из ламистера № 4Л (масса нетто 250 г).

Научно-обоснованный режим стерилизации при 120°C и экспозицией собственно стерилизации 60 мин позволил получить промышленно стерильные консервы, срок хранения которых составляет 36 месяцев. Фактическая летальность при этом составила 10-12 усл. мин.

Нельзя не отметить, что в связи с нестабильностью цен на энергоносители, а чаще их удорожания, руководители консервных предприятий изыскивают резервы в сокращении их потребления, в частности имея в виду сокращение продолжительности самого энергоемкого процесса при производстве консервов – стерилизации, который потребляет порядка 30-40% от общего расхода электроэнергии.

Анализируя научно-обоснованные режимы стерилизации, можно отметить, что их фактическая летальность чаще превышает нормативную от 3 до 8 усл. мин. и продолжительность процесса собственно стерилизации действующих режимов стерилизации в России, как правило, кратная 5 [2].

Например, исследуя динамику прогрева содержимого консервов, отмечаем, что фактическая летальность достигает нормативную с необходимым превышением 1-2 усл. мин и достижения кулинарной готовности в среднем на 52 минуте собственно стерилизации при 120°C. Следуя установленной практике кратности 5 мин, мы продляем процесс на 3 мин. При этом происходит увеличение фактического эффекта почти на 2 усл. мин и естественно увеличивается расход электроэнергии и происходит переваривание продукта.

Снижение энергозатрат на процесс стерилизации можно обеспечить при использовании полимерных пакетов (нетто 250), скорость прогрева которых, по сравнению с банкой №6 (нетто 250г) превышает более чем на 20% .

Ранее была научно-обоснована возможность совершенствования технологии консервов из краба, путём исключения завышенной летальности процессов стерилизации при использовании менее термоустойчивого, по сравнению с принятым в рыбной отрасли штаммом *Cl.sporogenes*-25, но более патогенного *Cl.botulinum*-255 [6]. И при этом разработаны мероприятия по санитарно-микробиологической коррекции самого процесса в условиях производства, выполнение которых позволяют получить промышленно стерильные консервы высокого качества и при этом снизить энергозатраты.

Таким образом, используя новые виды тары, обоснованную фактическую длительность процесса собственно стерилизации, а не кратную 5, а так же обоснованные менее термоустойчивые тест-штаммы (в частности *Cl.botulinum*-255) при разработке режимов стерилизации, можно получить не только более качественные консервы, но и в ряде случаев снизить энергозатраты.

Список литературы:

1. Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и рыбопродуктов. СПб: Гипрорыбфлот, 1996. 42 с.
2. Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов. Т 1-3. СПб.: Судостроение, 2012.
3. Солодова Е.А., Шульгина Л.В., Швидкая З.П., Долбнина Л.В., Павловский А.М., Загородная Г.И. О влиянии стерилизации на качество консервов из нерыбных объектов промысла в зависимости от вида тары //Тез докл. 3 Междунар. Научно-практ. конференции «Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки», Владивосток, 2008, С 381 – 382.
4. Солодова Е.А., Шульгина Л. В., Швидкая З.П., Долбнина Н.В. О стерилизации консервов из гидробионтов в мягкой упаковке // М-лы IV Междунар. научн.-практич. конф. «Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество». Калининград, 2003, С 97 – 100.
5. Швидкая З.П., Давлетшина Т.А.Долбнина Н.В.Шульгина Л.В.Солодова Е.А.Загородная Г.И. Многокомпонентные консервы из нерыбных объектов промысла для спецпитания Тез. докл. 3 Междунар. Научно-практ. конференции «Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки», Владивосток, 2008, С 391 – 392.
6. Шульгина Л.В. Научное обоснование летальности процессов стерилизации консервов из морских гидробионтов: Автореф. Дис. докт. биол. Наук. М.,1995. 42 с.

УДК 664.951

ВЛИЯНИЕ МАСЛЯНОГО ЭКТРАКТА ПРЯНОСТЕЙ НА ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТЬ СПОРОВЫХ БАКТЕРИЙ В КОНСЕРВАХ ИЗ МОРЕПРОДУКТОВ

Л.В. Шульгина, Л.Ю. Лаженцева, Н.В. Долбнина

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток, Россия

shulgina@tinro.ru

Стерилизация консервов из рыбы и нерыбных объектов осуществляется по разработанным режимам, гарантирующим доброкачественность и стабильность их при хранении. Обоснование режимов стерилизации консервов, как правило, осуществляют с учетом термоустойчивости спорных микроорганизмов *Clostridium sporogenes-25*, являющихся возбудителями бомбажной порчи продуктов [1]. Наибольшая термоустойчивость спорных микроорганизмов и, соответственно, жёсткие режимы стерилизации характерны для рыбных консервов «в масле» или «с добавлением масла», объем выпуска которых очень значительный. Однако, высокая термическая обработка влияет на качество консервов, что обуславливает необходимость изыскания способов снижения жесткости режимов их стерилизации [2, 3]. Одним из факторов, снижающих термоустойчивость спор микроорганизмов в консервах, является кислая среда [4], что малопримемлемо для группы консервов «в масле» и «с добавлением масла».

Ранее установлено, что масляные экстракты используемых в производстве рыбных продуктов пряностей обладают выраженным антимикробным действием, в том числе, снижающем термоустойчивость спор бактерий [5, 6]. В этой связи, было выдвинуто предположение о возможности снижения жесткости режимов стерилизации комбинированных консервов на основе нерыбных объектов и овощей в результате замены в консервах растительного масла масляными экстрактами пряностей.

Целью настоящих исследований явилось изучение влияния масляного экстракта пряностей на термоустойчивость спор *C. sporogenes-25* в консервах из гидробионтов и овощей и жесткость режимов их стерилизации.

Масляный экстракт пряностей получали путем настаивания измельченных пряностей в растительном масле и отделения его от плотной части [6]. Экстракт представлял собой ароматизированное масло, в котором отсутствовали микроорганизмы. Для изготовления контрольных образцов консервов использовали обычное растительное масло, на основе которого получен масляный экстракт пряностей.

Расчёт показателей термоустойчивости спор бактерий (D_T) и величину нормативного стерилизующего эффекта (F_H) осуществляли согласно «Инструкции ...» [1].

Для исследования были изготовлены комбинированные консервы, в состав которых входили следующие компоненты, %: полуфабрикат из бланшированного мяса кальмара или осьминога – 37 %, морская шинкованная капуста – 14 %, пассированный лук – 8,5 %, морковь – 9,5 %, фасоль – 10 %, паста томатная – 5 %, соль – 1%. В опытных образцах консервов масло растительное в количестве 15 % к массе исходной смеси (в т.ч. для пассирования овощей), заменено на масляный экстракт пряностей. После перемешивания всех компонентов смесь фасовали в банки № 6, масса нетто составляла 240 г.

В консервах, включая контрольные (с добавлением растительного масла) и опытные образцы (с масляным экстрактом пряностей), определяли термоустойчивость спор *C. sporogenes-25* и рассчитывали значение F_H (рис. 1).

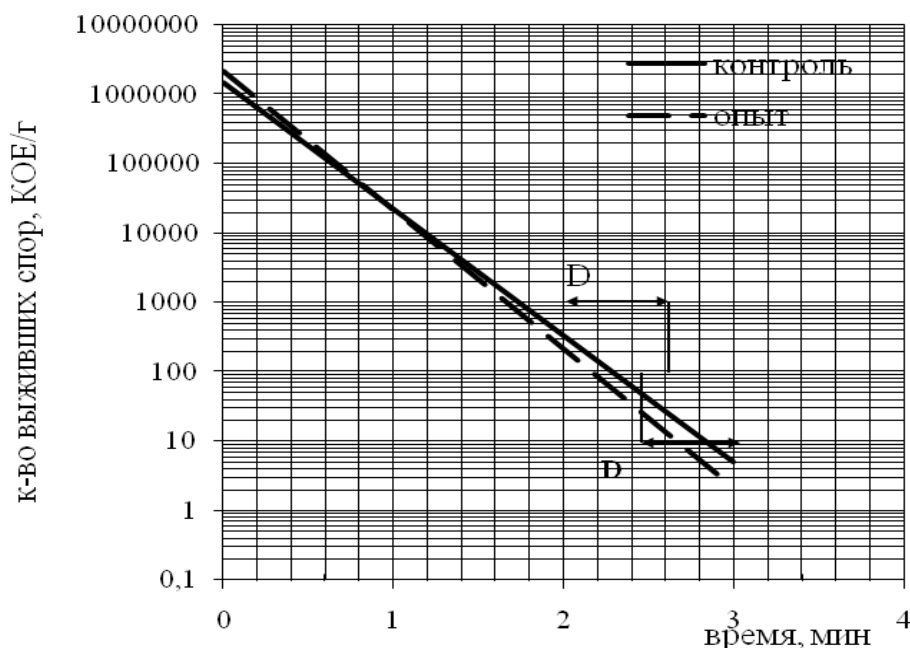


Рис. 1. Кривые летального времени спор *C. sporogenes-25* в консервах из морепродуктов и овощей

После прогрева спор в вытяжках контрольных и опытных образцов консервов и культивирования их в течение 30 суток в питательном агаре определяли число выживших клеток в зависимости от продолжительности их прогревания. На рисунке 1 показано, что угол наклона прямой, отражающей зависимость числа (lg) выросших спор от длительности их нагревания, для контрольных образцов консервов больше, чем для опытных. Это указывает на то, что в вытяжках консервов с маслом число выживших спор было больше, чем в вариантах с пряно-масляным экстрактом. Споры быстро восстанавливали свои репродуктивные свойства после воздействия стрессового фактора в виде теплового шока и росли на питательной среде, что согласуется с литературными данными [8, 9].

Таблица 1

Значения основных показателей для консервов при разработке режимов стерилизации

Показатели	Образцы консервов	
	контрольные	опытные
Термоустойчивость спор <i>C. sporogenes-25</i> ($D_{121,1}^{\circ C}$), мин	0,55	0,50
Нормативный стерилизующий эффекта (F_H), усл. мин.	4,6	4,1

Полученные данные были использованы для установления рационального времени собственно стерилизации консервов, обеспечивающей достижение необходимых значений фактического стерилизующего эффекта (F_{ϕ}). Для этого подготовленную смесь фасовали в банки № 6 (масса нетто 240 г), вакуумзакатывали и стерилизовали в автоклаве АВ-2 при температуре 115 °С, охлаждение консервов осуществляли водой с противодавлением (0,18 МПа). В процессе стерилизации исследовали закономерность их прогреваемости (рис. 2).

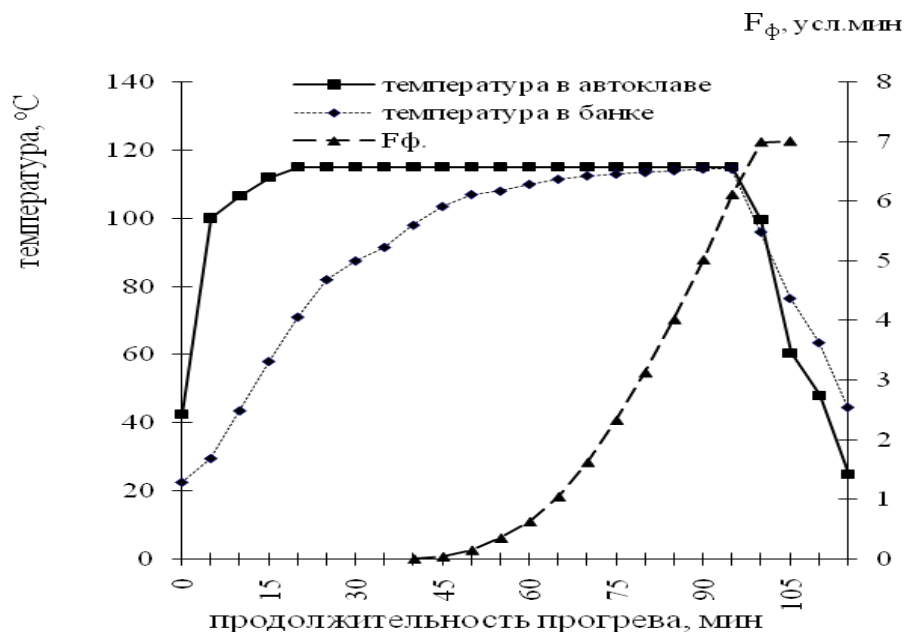


Рис. 2. Закономерность прогреваемости консервов при стерилизации

Было установлено, что для достижения достаточного стерилизующего эффекта ($F_{\phi} > F_n$) продолжительность прогреваемости опытных образцов консервов составила на 5 мин. меньше по сравнению с контрольными образцами (табл. 2). Надежность разработанного режима стерилизации была определена в соответствии с «Инструкцией ...» [1] в результате лабораторной проверки методом искусственного заражения консервов спорами *C. sporogenes-25* с последующей стерилизацией. После стерилизации все консервы были промышленно стерильны.

Таблица 2

Значения основных показателей для консервов при разработке режимов стерилизации

Показатели	Образцы консервов	
	контрольные	опытные
Продолжительность стерилизации при температуре 115 ^С , мин	5-15-50-20	5-15-45-20
F_{ϕ} , усл. мин.	5,9	4,8

Таким образом, установлено, что использование масляных экстрактов пряностей при изготовлении консервов из гидробионтов группы А с нерегулируемой кислотностью, в том числе с добавлением масла, приводит к снижению термоустойчивости спор микроорганизмов и позволяет сократить время собственно стерилизации продукта и исключить излишнюю термическую нагрузку.

Список литературы

1. Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов. СПб.: Изд.-во Госкомрыболовства РФ, 1996. 42 с.
2. Шульгина, Л.В. Научное обоснование летальности процессов стерилизации консервов из морских гидробионтов / Л.В. Шульгина.: Автореф. докт. дисс. М., 1995. 42 с.
3. Швидкая, З.П. Химические и биотехнологические аспекты консервирования гидробионтов дальневосточных морей /З.П. Швидкая, Ю.Г. Блинов. Владивосток: Дальнаука, 2008. 270 с.
4. Мазохина-Поршнякова, Н.Н. Анализ и оценка качества консервов по микробиологическим показателям /Н.Н. Мазохина-Поршнякова, Л.П.Найдёнова, С.А. Николаева, Л.И. Розанова. М.: Издательство «Пищевая промышленность», 1977. 472 с.

5. Лаженцева, Л.Ю. Влияние масляного экстракта корицы на термоустойчивость спорных микроорганизмов – возбудителей порчи консервов / Л.Ю.Лаженцева. - Научные труды Дальрыбвтуза, 2011. Том 24. С. 146 – 151.

6. Патент 2427277 РФ, A23D 9/00 / Способ получения пищевого масла /Л.Ю. Лаженцева, Э.Н. Ким, Л.В. Шульгина, Р.Ю. Шульгин: заявитель и патентообладатель Дальнев. государ. техн. рыбохоз. унив-т. - № 2009131601/13; заявл. 20.08.2009; опубл. 27.08.2011, Бюл. № 24.-7 с.

7. Сборник технологических инструкций по производству рыбных консервов и пресервов. Часть IV. Ленинград: Гипрорыбфлот, 1989. С. 144 – 199.

УДК 664.951

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО МОРОЖЕНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ КРЕВЕТОК

Л. В. Шульгина, Т.А. Давлетшина, Г.И. Загородная

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток, Россия

shulgina@tinro.ru

В дальневосточных морях обитают несколько видов креветок, запасы которых очень значительны [1]. Продукция из них пользуется большим спросом среди населения, но выпускается в небольших объемах в виде сыромороженой, варено-мороженой креветки и мяса разделанного вареномороженого. При производстве и хранении такой продукции, особенно сыро-мороженой, предприятия сталкиваются с проблемой почернения мяса и панциря креветок, обусловленного высокой активностью ферментов фенолоксидаз и развитием процесса меланозиса в тканях [3]. Эти изменения не позволяют рационально использовать объемы допустимых уловов креветок, так как ограничивают сроки хранения и реализации мороженого сырья, использование его в береговых условиях в производстве консервов, которые можно хранить длительное время в нерегулируемых условиях и перевозить на большие расстояния.

В этой связи, вопрос регулирования качества мороженой продукции из креветок остается открытым, что обуславливает необходимость изыскания рациональных способов первичной обработки уловов, снижающих проявление пороков и увеличивающих сроки хранения.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния способов первичной обработки и сроков хранения на качество мороженой продукции из креветок.

Объектами исследований являлись северная (*Pandalus borealis*), гребенчатая (*Pandalus hypsinotus*) и углохвостая (*Pandalus goniurus*) креветки, опытные партии которых заготовлены в условиях промысла в Охотском море в соответствии с технической документацией на производство мороженой продукции из них.

Оценку качества мороженой продукции из креветок проводили после изготовления и в процессе хранения на основе изучения органолептических показателей, определения общего химического и аминокислотного состава.

Методом биотестирования с использованием реснитчатой инфузории *Tetrahymena pyriformis* определяли усвоение пищевых веществ мяса креветок в зависимости от способа ее обработки [4].

С целью ингибирования действия фенолоксидаз и стабилизации процесса почернения мяса креветок перед замораживанием проводили ее обработку путем погружения в водный раствор препарата BL-7P производства фирмы Shimakyū chemical Co. LTD (Япония).

Для сравнительной оценки влияния способов обработки на органолептические показатели мяса креветок согласно технической документации были заготовлены следующие варианты мороженой продукции из креветки: 1 – глазированная сыро-мороженой; 2 – глазированная сыро-мороженой с предварительным погружением перед замораживанием в 1 %-ный водный раствор препарата BL-7P; 3 – варено-мороженой неглазированной; 4 – варено-мороженой глазированной. Заготовленные образцы креветок хранили в одинаковых условиях при температуре не выше минус 18°C.

Исследования исходного химического состава мяса разных видов креветок показали, что по содержанию пищевых веществ они имели небольшие различия (табл. 1). У всех видов было отмечено высокое содержание белков и очень низкое – жира.

Таблица 1

Химический состав мяса различных видов креветок

Вид креветки	Содержание, %				
	влага	белок	жир	углеводы	минеральные вещества
Северная	73,9 ± 4,7	19,5 ± 1,1	0,1 ± 0,02	4,8 ± 0,4	1,7 ± 0,3
Гребенчатая	74,0 ± 4,5	19,9 ± 1,2	0,1 ± 0,02	5,1 ± 0,3	1,8 ± 0,2
Углохвостая	76,0 ± 4,1	17,7 ± 0,9	0,1 ± 0,03	4,5 ± 0,5	1,7 ± 0,2

Достоверных различий по количеству и соотношению незаменимых аминокислот в белках разных видов креветок не отмечено (табл. 2).

Таблица 2

Аминокислотный скор белков в тканях разных видов креветок

Наименование аминокислот	Эталон сора ФАО/ВОЗ, г/100 г белка	Содержание, г/100 г белка в креветке		
		северной	гребенчатой	углохвостой
Валин	5,0	5,2	4,9	4,8
Изолейцин	4,0	4,7	4,4	4,5
Лейцин	7,0	7,3	6,8	7,3
	5,5	7,8	7,6	8,4
Метионин +цистин	3,5	1,6	1,4	1,8
Треонин	4,0	3,9	3,6	3,7
Фенилаланин +тирозин	6,0	7,2	7,0	6,5
Триптофан	1,0	1,1	1,0	1,0
Сумма НАК	36,0	38,8	38,5	38,0

Установлено, что в белках всех креветок лимитирующими являются серодержащие аминокислоты. Содержание остальных незаменимых аминокислот, кроме треонина, превышало рекомендуемый уровень.

Методом биотестирования с использованием инфузорий *Tetrahymena pyriformis* определена фактическая биологическая ценность мяса креветок, определяемая количеством азота пищи, удержанного тест-организмом для их роста и размножения. В качестве контрольного белка использовали казеин. Было установлено, что относительная биологическая ценность мяса креветок находилась в пределах 114 ± 2 %.

При хранении в опытных образцах мяса креветок определяли все приведенные выше показатели. Было установлено, что общий химический и аминокислотный состав белков образцов мяса креветок при хранении в течение 5 мес. достоверно не отличался от исходных показателей.

Органолептические показатели сыро-мороженого мяса креветок изменялись в зависимости от способа предварительной обработки. Через 1 мес. хранения креветки, замороженные без обработки раствором препарата BL-7P, характеризовались почернением панциря и мяса, интенсивность которого нарастала при увеличении срока хранения. В образцах креветки, обработанной перед замораживанием 1 %-ным водным раствором препарата BL-7P, первые признаки почернения панциря и мяса стали проявляться после 3 месяцев морозильного хранения. То есть, указанный препарат временно стабилизировал активность ферментов фенолоксидаз и тормозил развитие процесса меланозиса в тканях креветок.

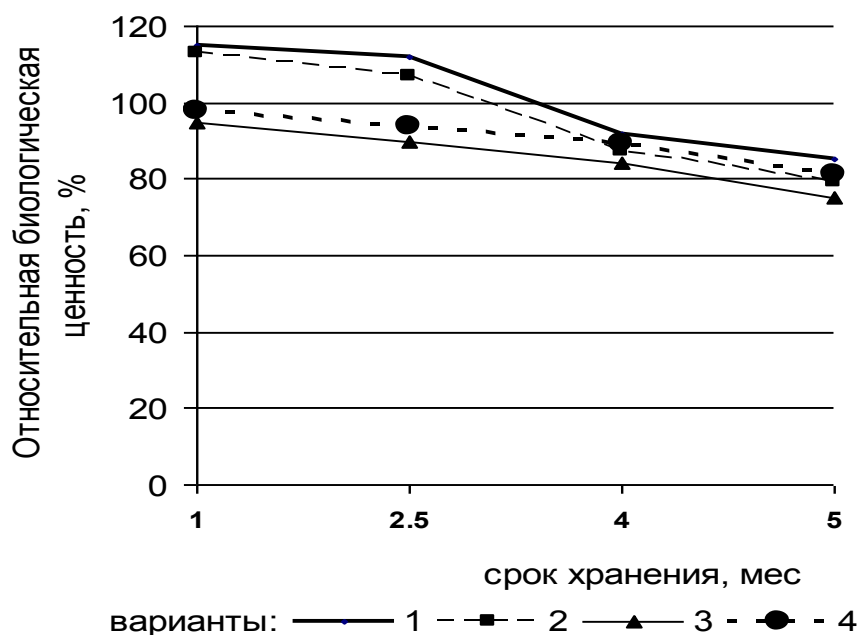


Рис 1. Изменение значений относительной биологической ценности мяса креветок при хранении в зависимости от способов обработки

Биотестирование образцов креветок показало существенную зависимость снижения показателя ОБЦ их мяса от способов обработки и сроков хранения. В течение 2,5 мес. хранения биологическая ценность белков мяса креветок всех вариантов снижалась незначительно, по мере увеличения продолжительности хранения продукции из креветок усвоение белков снижалось. Наибольшие изменения отмечались в сыро-мороженой продукции, что, по-видимому, связано с гидролитическими процессами под действием тканевых ферментов. В варено-мороженой продукции снижение показателя биологической ценности происходило значительно медленнее, так как основная часть тканевых ферментов в креветках была инактивирована действием высокой температуры в процессе варки.

Таким образом, проведенные исследования показали, что обработка креветок перед замораживанием водным раствором препарата ВЛ-7Р обеспечивает временную стабилизацию процесса почернения их панциря и мяса при хранении мороженой продукции.

При хранении различных видов дальневосточных креветок происходит снижение биологической ценности их мяса, но наиболее интенсивно эти изменения проявляются в сыро-мороженой продукции.

Список литературы:

1. Доклад об основных результатах научных рыбохозяйственных исследований в 2010. М.: Изд-во ВНИРО, 2011. 439 с.
2. Петриченко, Л.К. Оценка качества мороженой продукции из креветок / Л.К. Петриченко, Н.Ю. Ткаленко // Известия Вузов. Пищевая технология, 2004. № 1. С. 39 – 40.
3. Otwel, W.S. Screening alternatives to sulfating agents to control shrimp melanosis / W.S. Otwel, M.R. Marshall // Prog. 2th Tropical and Subtrop. Fish. Tech. Conf. – Tampa, FL., 1986. P.35 – 44.
4. Шульгин, Ю. П. Ускоренная биотис оценка качества и безопасности сырья и продуктов из водных биоресурсов / Ю.П.Шульгин, Л.В.Шульгина, В. А.Петров. Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2006. 131 с.

УДК 664.8.0371

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНСЕРВАНТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ САЛАТОВ ИЗ МОРСКОЙ КАПУСТЫ**Н.А. Уварова, О.В. Никитина**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

ichbinlelik15@rambler.ru

Салаты из морской капусты занимают основную позицию по отношению к другим продуктам из этого сырья и представляют широкую вкусовую линейку. Они отличаются высокой пищевой ценностью, в состав салатов могут входить добавки из грибов, моркови, брусники и т.д.

Морская капуста содержит множество жизненно необходимых минералов: К, Na, Ca, Fe, Zn, I, F, P в количестве, превышающем в десятки, сотни и даже тысячи раз, чем в морской воде. Наиболее активно водоросли накапливают легкоусвояемый йод, поэтому морская капуста - самое эффективное натуральное средство профилактики и лечения заболеваний щитовидной железы, особенно эндемического зоба [5].

Из-за большого содержания углеводов, витаминов и других, питательных веществ салаты из морской капусты при длительном хранении становятся благоприятной средой для развития микроорганизмов. Применение консервантов при изготовлении салатов позволяет увеличить их сроки хранения до 2 – 3 месяцев.

Различные пищевые добавки (консерванты) с каждым годом становятся все более привычными ингредиентами в составе многих пищевых продуктов. Ассортимент и объем их использования в пищевой промышленности постоянно растет. Эти вещества защищают от микробиологической и окислительной порчи; от изменения консистенции; от ухудшения органолептических характеристик; потери пищевой ценности [4].

Цель работы – исследование влияния консерванта нового поколения «Униконс» на качество, безопасность и длительность хранения салата из морской капусты «Натуральный».

Консерванты можно условно разделить на собственно консерванты и вещества, обладающие консервирующим действием. Действие первых направлено непосредственно на клетки микроорганизмов (замедление ферментативных процессов, разрушение клеточных мембран и т. п.), вторые отрицательно влияют на микробы в основном за счет ухудшения условий их существования (снижения рН среды, активности воды). Соответственно каждый консервант имеет свой спектр действия. Их выбор зависит от степени бактериальной загрязненности, условий хранения, физико-химических свойств исследуемого сырья [4].

Популярными консервантами и веществами, обладающими консервирующим действием, которые используются при производстве салатов из морской капусты, являются поваренная соль, уксус, сорбиновая, бензойная кислоты и их соли, низин.

Антимикробное действие поваренной соли, главным образом, связано со снижением активности воды в продукте [2].

Бензойная кислота и бензоат натрия влияют на ферментную систему микроорганизмов и на клеточную мембрану, которая проницаема преимущественно для недиссоциированной кислоты. Из-за достаточно высокой константы диссоциации бензойная кислота эффективна при относительно низких значениях рН, т. е. в кислых продуктах [2].

Сорбиновая кислота, как и сорбат калия, оказывает угнетающее действие на дрожжи, плесневые грибы и некоторые бактерии, блокируя ферменты; не обладает микробицидным действием, она только замедляет развитие микробов, поэтому добавлять сорбиновую кислоту имеет смысл только в гигиенически чистые пищевые продукты и сырье [2].

Действие уксусной кислоты основано, главным образом, на снижении рН консервируемого продукта и направлено против бактерий - усиливает их чувствительность к нагреву, но уксусная кислота не влияет на термостойкость дрожжей и плесневых грибов. Она проникает через стенку клетки и денатурирует белки клеточной плазмы [2].

Низин имеет относительно узкий спектр действия. Он эффективен исключительно против

грамположительных бактерий (в том числе против многих молочнокислых), стрептококков, бацилл, клостридий и других анаэробных спорообразующих бактерий [2].

«Униконс» – это высокоэффективный нетоксичный пищевой консервант нового поколения. Препарат проявляет антимикробную активность в отношении широкого спектра грамм положительных и грамм отрицательных бактерий. Он обладает высокой противогрибковой, противовирусной активностью и эффективен против спор [6]. Препарат безопасен и выводится из организма в течение 6 – 8 ч. Не обладает кумулятивным эффектом [1].

Сравнительная характеристика пищевой добавки «Униконс» и традиционных консервантов приведена в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика пищевой добавки «Униконс» и традиционных консервантов [3]

Консервант	Гр(+)	Гр (-)	Грибы	рН среды	Белковая среда	Жировая среда	Дозировка	Цена руб/л; руб/кг
Униконс	+++	+++	++	любая	+	+	1-2 мл/кг(л)	3000
Сорбат калия	+	+	-	кислая	-	+	до 2г/кг(л)	180
Бензоат натрия	-	-	++	кислая	-	+	до 4г/кг(л)	90
Низин	+++	-	-	нейтральная	+	-		6000

При определении показателей безопасности определяющее значение имеют микробиологические исследования. В исследуемых образцах во время исследования не были обнаружены сульфитредуцирующих клостридии, плесени и дрожжи. На рис. 1 изображена динамика санитарно-показательных микроорганизмов при хранении салата, в зависимости от применяемого консерванта.

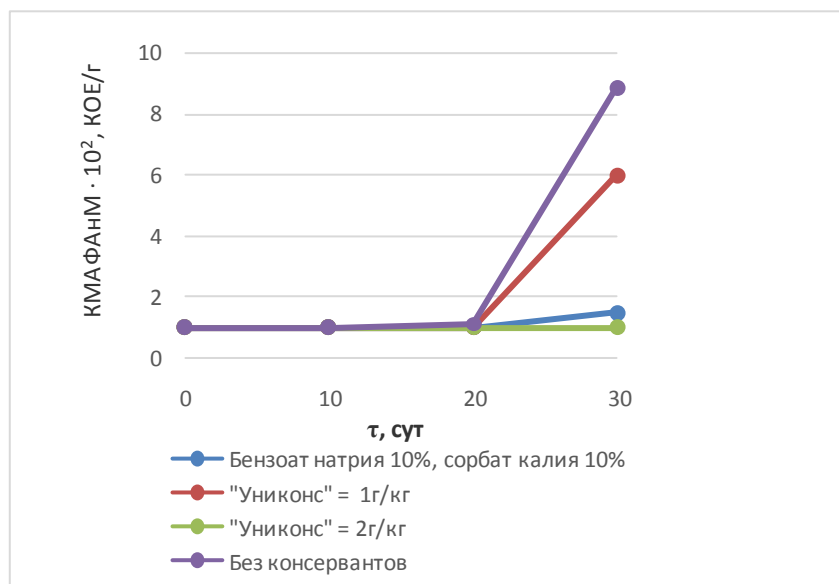


Рис. 1. Кинетика роста санитарно-показательных микроорганизмов при хранении салата из морской капусты "Натуральный" в зависимости от применяемого консерванта

В процессе хранения существенно изменяются органолептические показатели, такие как вкус, запах, консистенция.

Изменение органолептических показателей готового продукта, в зависимости от применяемого консерванта изображено на рис. 2.

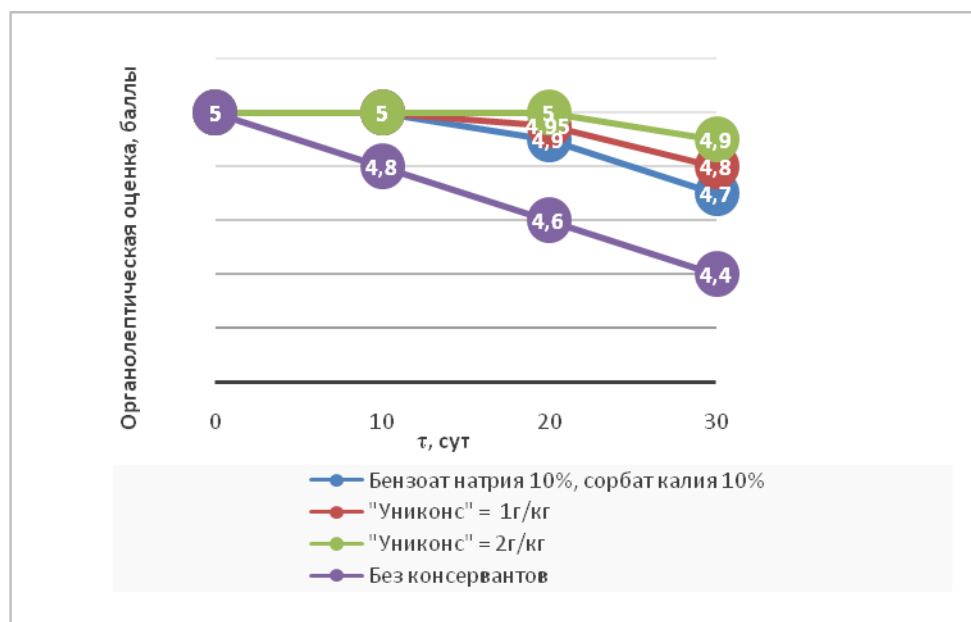


Рис.2 Изменение органолептических показателей салата из морской капусты при хранении

Таким образом, сравнивая кинетику роста санитарно-показательных микроорганизмов при хранении салата из морской капусты «Натуральный» в зависимости от применяемого консерванта и изменения органолептических показателей можно отметить, что консервант нового поколения «Униконс» выгодно отличается от традиционных консервантов, применяемых в настоящее время при изготовлении салатов из морской капусты.

Список литературы:

1. Ерохина А. В. Определение острой токсичности «Униконс». Консервант пищевой производства НПО «Альтернатива»: Отчет о доклинических исследованиях/ ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», испытательный центр ветеринарных препаратов. Саратов, 2013 г. 4 с.
2. Люк Э., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности. - 3-изд. / Пер. С нем. СПб.: ГИОРД, 2002. 256 с.
3. НПО «Альтернатива» – «Униконс» [Электронный ресурс] // URL: [http:// www.unikons.pro](http://www.unikons.pro) (дата обращения: 01.03.2013).
4. Сарафанова Л. А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации . 6-е изд., испр. И доп. СПб: ГИОРД, 2005. 200 с.
5. Технология рыбы и рыбных продуктов / В.В.Баранов, И.Э.Бражная, В.А.Гроховский и др.; Под ред. А.М.Ершова. СПб.: ГИОРД, 2006. 944с.
6. Шуб Г.М. Исследование влияния пищевой добавки - консерванта «Униконс» на срок годности яичного меланжа: Отчет о проведении исследований/ ФГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздравсоцразвития России. Саратов, 2013. 5 с.

УДК 637.127

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕРМОВАКУУМНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА**Ю.А. Шурчкова¹, В.А. Ромоданова², А.Е. Недбайло¹**

1 – Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев, Украина

2 – Университет «Україна», г. Киев, Украина

ittf_tds@ukr.net

Первостепенной задачей обеспечения потребительского спроса на безопасные молочные продукты повышенной биологической ценности является необходимость повышения качества исходного молока, что представляет собой значительные трудности для перерабатывающей промышленности в связи с недостаточно высокими показателями молока-сырья, особенно в условиях поставки молока на заводы от частных хозяйств и, как следствие, несоответствия физико-химических показателей нормативно-технической документации, повышенного общего бактериального загрязнения, низкой термостабильности.

Тепловая обработка является обязательной технологической операцией, которая обеспечивает надлежащее бактериальное состояние молока и определенные сроки хранения готовой продукции. Известно, что в зависимости от выбранных параметров тепловой обработки изменяются физико-химические и органолептические свойства молока со снижением его биологической ценности.

На сегодняшний день в производстве молочных продуктов используются новые технологии тепловой обработки молока, которые позволяют устранить нежелательную микрофлору, улучшить физико-химические показатели, повысить термостабильность и сохранить качество молочной продукции при длительных сроках ее хранения.

Тепловая обработка молока осуществляется путем непосредственного контакта молока с паром или через греющую поверхность. Во всех странах применяют оба способа. Наибольшее распространение получил способ косвенного нагрева через греющую поверхность. В свое время проводились достаточно глубокие исследования по изучению изменений химического состава и физико-химических свойств молока, обработанного пароконтактным методом [1]. Следует отметить, что при пароконтактном методе время воздействия высокой температуры на молоко менее продолжительно, чем при теплообмене через стенку аппарата, но при этом наблюдается повышение содержания сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), что связано с излишним испарением влаги из молока в вакуум-камере, изменением отдельных фракций белков, главным образом сывороточных. Пароконтактный способ нагрева имеет ряд преимуществ в отношении изменения белковых фракций, но при этом способе наблюдается снижение водорастворимых витаминов, особенно витамина С, и ухудшение органолептических свойств – появления недостаточного выраженного вкуса и аромата готового продукта.

На сегодняшний день разработан прямой нагрев методом мгновенного введения молока в камеру с паром при температурах 125...135°C при времени контакта 0,5с. [2].

Заслуживает внимания технология тепловой обработки молока, реализующая принципы дискретно-импульсного ввода энергии, который заключается в прямом преобразовании энергии в кратковременные импульсы высокой мощности, дискретно расположенные в рабочем объеме. В данном случае в гетерогенной коллоидно-дисперсной жидкостной системе (молоко в процессе его тепловой обработки) за счет мгновенного изменения внешнего давления в потоке жидкости создаются условия для возникновения и быстрого развития паровых пузырьков, в окрестности которых достигаются аномально высокие значения ускорения радиального течения. Аналогичные явления наблюдаются также в межпузырьковом пространстве, где возникают интенсивные нестационарные микропотоки. Процесс адиабатного вскипания жидкости является основным механизмом в новых аппаратах [3].

Технология представляет собой ряд последовательных взаимосвязанных процессов, которые проходят в импульсном режиме изменения температуры, давления, концентрации сухих веществ молока и включают адиабатное вскипание, конденсацию, нагревание, охлаждение. Сначала охла-

жденное молоко (4...10°C) подвергается вакуумированию в камерах конденсации, где осуществляется конденсация паров на каплях поступающего молока с одновременным его подогревом. Полученная смесь молока с конденсатом проходит пастеризацию (65...95°C) и направляется в камеры испарения (рис. 1 этап 6, 8), где происходит вскипание жидкости и последующее испарение (температура в камерах 90...35°C), с переходом водяных паров в камеры конденсации. Следует отметить, что за счет введения паров плазмы молока из камер испарения в камеры конденсации наблюдается временное снижение концентрации сухих веществ в молоке перед пастеризацией.

Таким образом, в предложенном способе, в отличие от рассмотренных, тепловая обработка идет за счет контакта с водяным паром, полученным из молока в испарительных камерах.

При обработке молока в камерах конденсации (рис.1, этап 1, 3) за счет разбавления происходит незначительное снижение сухих веществ молока, мицеллы казеина частично распадаются на субмицеллы, образуется стойкая коллоидная система белков.

После камер конденсации аппарата на пастеризацию (рис.1, этап 5) направляется молоко с повышенной термоустойчивостью, в котором жировая и белковая фракции частично диспергированы по сравнению с исходным молоком за счет гидродинамических эффектов технологии, что доказано нашими исследованиями [3, 4]. Следует отметить, что при пастеризации не наблюдается образования молочного камня, что положительно влияет на работу оборудования аппаратурно-технологической линии производства пастеризованного молока.

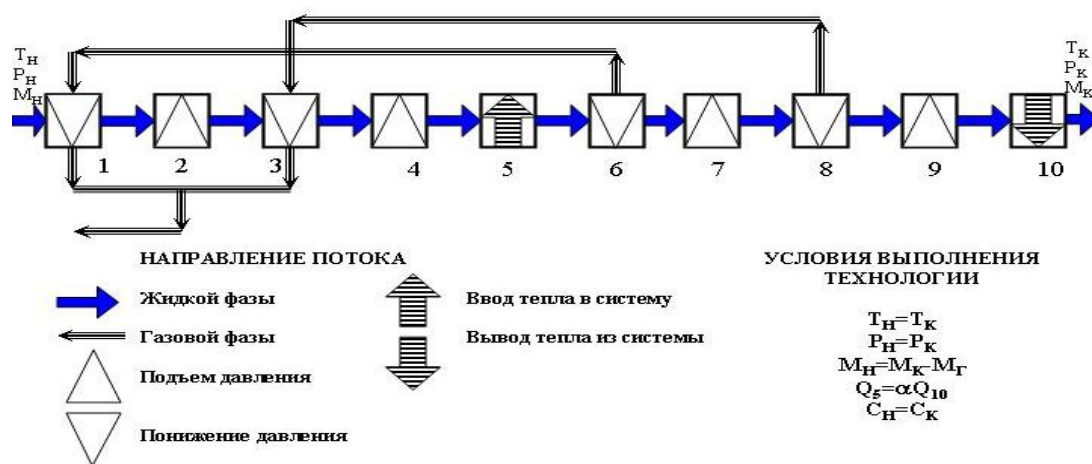


Рис. 1. Схема технологии термогидродинамической обработки молока

В результате обработки по предложенной технологии снижается кислотность молока на 1-3 °Т, повышается термостабильность белков на 1-3 группы и значительно снижается бакобсемененность, что оказывает положительное влияние на технологические свойства молока [4].

Эти изменения объясняются особенностями способа обработки, а именно: низким давлением в камерах аппарата (0,08 – 0,09 МПа), возможностью использования мягких температурных режимов обработки, спецификой гидродинамических эффектов. Предложенный способ является экологически чистым и достаточно экономичным с точки зрения энергозатрат.

Список литературы:

1. Россихина Г.А. Мастаков Н.Н. Влияние высокотемпературной тепловой обработки на состав и свойства молока. // Молочная промышленность. 1970. №9. С. 12 – 16.
2. Гончаров М.С. Термическая обработка продукта путем введения в камеру с паром. //Переработка молока. 2013. № 3(161). С. 19 –20.
3. Шурчкова Ю.А. Адиабатное вскипание (практическое использование). Киев: Наукова думка, 1999. 228 с.
4. Шурчкова Ю.А., Ромоданова В.А., Недбайло А.Е. Повышение качества молока при термовакуумной обработке. // Наукові праці ОНАХТ. 2007. № 32. С. 116 – 119.
5. Шурчкова Ю.А., Ромоданова В.А., Ганзенко В.В., Недбайло А.Е. Особенности состава микрофлоры молока при разных способах обработки // Наукові праці ОНАХТ. 2010. № 37. С. 166 – 170.

УДК 664.8.037.1

ПРИМЕНЕНИЕ ПАПАИНА ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ МЯСНОГО СЫРЬЯ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

И.А. Шестопалова, В.С. Колодязная, А.Ю. Кирилкина

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

irina_1_83@mail.ru

Модификация свойств сырья с повышенным содержанием соединительной ткани является перспективным направлением в мясоперерабатывающей промышленности, позволяющим рационально использовать этот вид сырья при производстве мясных изделий, в том числе для функционального питания.

Для снижения жесткости бедренной части мяса индейки используют различные способы механической обработки, такие как тумблирование и массажирование, которые являются энергоемкими. Актуальным является применение ферментных препаратов, обладающих протеолитической активностью, способных частично гидролизовать белки мяса индейки.

Папаин относится к группе растительных цистеиновых эндопептидаз, имеет оптимум активности при pH=5-7 и температуре 60-70°C, отличается специфичностью воздействия на саркоплазматические (водорастворимые), миофибриллярные (солерастворимые) белки и белки соединительной ткани (щелочерастворимые), следовательно, данный препарат позволяет снизить жесткость бедренной части индейки, содержащей повышенное количество соединительной ткани [2].

Цель работы – исследовать влияние массовой доли папаина и параметров выдержки фарша на основе мяса бедренной части индейки на изменение белковой фракции.

Объектом исследования выбран ветчинный фарш на основе мяса бедренной части полугодовой индейки с повышенным содержанием соединительной ткани, выращенной на территории Ленинградской области (пос. Аннолово).

Убой и обескровливание птицы производили без предварительного электроглушения, затем тушку подвергали шпарке, вручную снимали оперение и потрошили. Чтобы избежать микробиологической порчи, поверхность тушки после потрошения обрабатывали 1%-м раствором уксусной кислоты. После обвалки и жиловки мясо бедренной части индейки охлаждали до температуры в толще $(2\pm 2)^{\circ}\text{C}$.

Папаин в виде порошка вносили в рассол в концентрациях 0,005; 0,010; 0,015 и 0,020%. Мясо индейки шприцевали рассолом в количестве 10% от массы сырья, затем его измельчали на волчке с диаметром отверстий в решетке 16÷25 мм и заливали 6%-м рассолом в количестве 40÷50% от массы сырья. Посол контрольных образцов осуществлялся рассолом без добавления ферментного препарата.

Выдержку ветчинного фарша осуществляли при температуре $(2\pm 2)^{\circ}\text{C}$ и $(22\pm 2)^{\circ}\text{C}$ в течение 9 ч. Через каждые 3 ч измеряли оптическую плотность (D), затем по калибровочному графику $D=f(c)$ находили концентрацию щелочерастворимой белковой фракции и рассчитывали их массовую долю [1].

Эксперименты проводились в трехкратной повторности с нахождением доверительного интервала при вероятности 0,95. Математическую обработку результатов осуществляли с применением программ MS Excel.

Протеолиз белков, образование полипептидов различной молекулярной массы и свободных аминокислот зависит от концентрации используемого ферментного препарата, а также от технологических параметров выдержки фарша в посоле.

При выборе оптимальных значений массовой доли ферментного препарата и времени ферментирования исходили из того, что массовая доля щелочерастворимых белков должна стремиться к минимуму.

Изменение щёлочерастворимой фракции белков мяса бедренной части индейки в зависимости от продолжительности выдержки фарша при температуре $(2\pm 2)^\circ\text{C}$ и $(22\pm 2)^\circ\text{C}$ с использованием папаина представлено на рис. 1 и 2 соответственно.

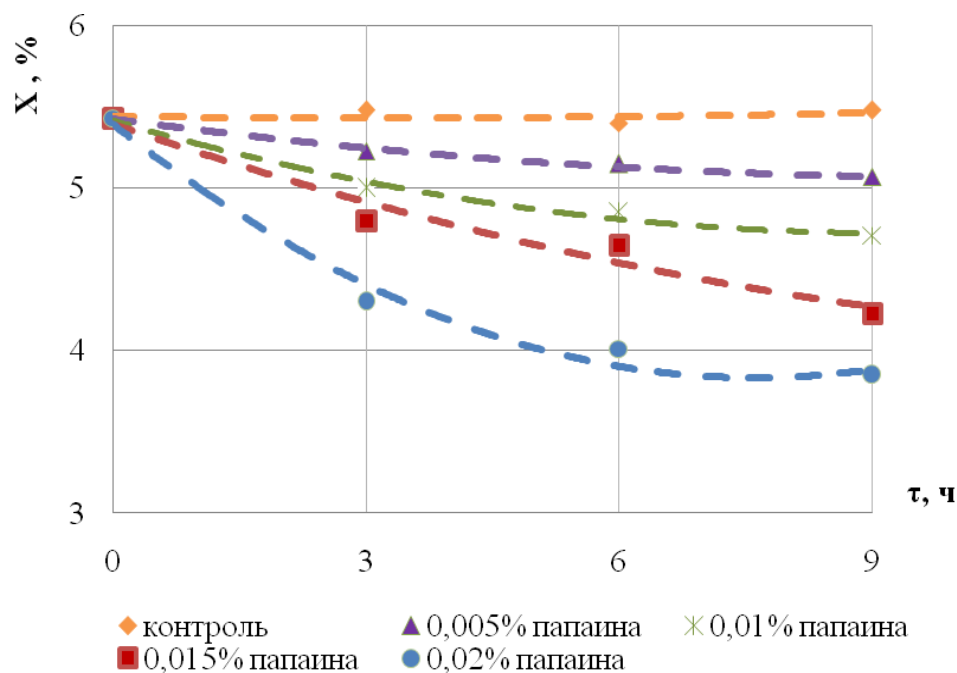


Рис. 1. Изменение белков щёлочерастворимой фракции мяса бедренной части индейки в зависимости от продолжительности выдержки фарша при температуре $(2\pm 2)^\circ\text{C}$ с использованием папаина

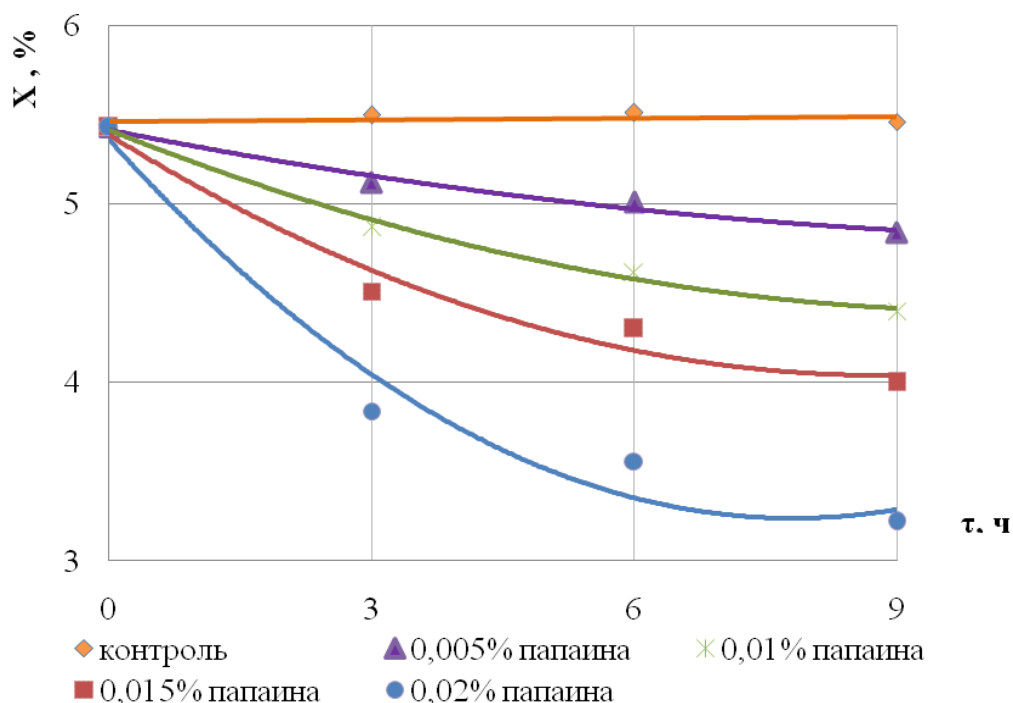


Рис. 2. Изменение белков щёлочерастворимой фракции мяса бедренной части индейки в зависимости от продолжительности выдержки фарша при температуре $(22\pm 2)^\circ\text{C}$ с использованием папаина

Максимальное снижение массовой доли белков щёлочерастворимой фракции (рис. 1,2) наблюдается при выдержке фарша в течение 3 ч, что связано с максимальной скоростью воздействия ферментных препаратов на белки мяса индейки. При этом отмечается разрыхление

соединительной ткани, что, возможно, связано с изменением вторичной и третичной структуры коллагена соединительной ткани.

Константы скорости реакции псевдопервого порядка гидролиза щелочерастворимых белковых фракций ветчинного фарша представлены в табл. 1.

Таблица 1

Константы скорости реакции гидролиза щелочерастворимой фракции белков ветчинного фарша

Концентрация папаина, %	Константы скорости реакции, ч ⁻¹					
	Продолжительность выдержки, ч					
	3	6		9		
	Температура выдержки фарша, °С					
	(22±2)	(2±2)	(22±2)	(2±2)	(22±2)	(2±2)
0,005	$1,96 \cdot 10^{-2}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$1,34 \cdot 10^{-2}$	$8,82 \cdot 10^{-3}$	$1,28 \cdot 10^{-2}$	$7,62 \cdot 10^{-3}$
0,010	$3,63 \cdot 10^{-2}$	$2,75 \cdot 10^{-2}$	$2,69 \cdot 10^{-2}$	$1,88 \cdot 10^{-2}$	$2,34 \cdot 10^{-2}$	$1,58 \cdot 10^{-2}$
0,015	$6,19 \cdot 10^{-2}$	$4,11 \cdot 10^{-2}$	$3,89 \cdot 10^{-2}$	$2,58 \cdot 10^{-2}$	$3,4 \cdot 10^{-2}$	$2,77 \cdot 10^{-2}$
0,020	$1,15 \cdot 10^{-1}$	$7,78 \cdot 10^{-2}$	$7,04 \cdot 10^{-2}$	$5,05 \cdot 10^{-2}$	$5,81 \cdot 10^{-2}$	$3,82 \cdot 10^{-2}$

Установлено, что максимальные значения констант скорости реакции гидролиза щелочерастворимой фракции белков ветчинного фарша псевдопервого порядка при массовой доли 0,02% папаина при температуре ферментирования (2±2)°С и (22±2)°С и времени ферментирования 3 ч составили $7,78 \cdot 10^{-2}$ ч⁻¹ и $1,15 \cdot 10^{-1}$ ч⁻¹ соответственно.

Таким образом, для биомодификации мяса бедренной части индейки рекомендуется применение папаина в концентрации 0,02% при температуре выдержке в посоле (22±2)°С в течение 3 ч.

Список литературы:

1. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. 376 с.
2. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. М.: Изд-во «Элевар», 2000. 512 с.

УДК 664.951.5

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КОНСЕРВОВ ИЗ МОРЕПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАСЛЯНОГО ЭКСТРАКТА ПРЯНОСТЕЙ

Ю.П. Шульгин¹, Л.Ю. Лаженцева²

1 – Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

2 – Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, г. Владивосток, Россия

yuriyshulgin@mail.ru

Известно, что пряности содержат в своём составе антимикробные компоненты [1, 2], которые способны подавлять жизнеспособность широкого спектра микроорганизмов, в том числе их споры. Однако до 70% веществ пряностей антисептического действия являются жирорастворимыми соединениями [3, 4], что обусловлено, в основном, наличием эфирных масел [3-5]. Напротив, сами пряности, как правило, высоко обсеменены микроорганизмами, в том числе споровыми, и являются вторичным источником обсеменения продуктов [6].

В результате масляной экстракции жирорастворимых веществ пряностей было получено ароматизированное масло с антисептическими свойствами, на которое предложено заменять в продуктах растительное масло [7].

В этой связи, целесообразно изучить влияние пряно-масляных экстрактов на пищевую и, в частности, биологическую ценность продуктов, так как любые способы обработки, как правило, оказывают значительное влияние на доступность пищевых веществ живому организму.

Целью настоящей работы явилось исследование влияния пряно-масляных экстрактов на качество консервов из морепродуктов и их биологическую ценность.

Для этого были изготовлены консервы «Осьминог в масле», «Спизула подкопченная в масле». После изготовления контрольных (с растительным маслом) и опытных образцов (с масляным экстрактом пряностей) консервов методом биотестирования [8] определяли фактическое усвоение их белков, а также степень разрушения жирных кислот.

Подготовку полуфабрикатов для консервов проводили следующим образом. Мясо спизулы бланшировали в кипящей воде с массовой долей поваренной соли 3 % в течение 3 мин, осьминога – 40 мин. Сваренные морепродукты быстро охлаждали путем кратковременного погружения в охлажденную пресную воду. После стекания воды разделанное и промытое мясо спизулы направляли для подкопчения на сетках в течение 20 мин при температуре 25 °С (до появления в мясе легкого привкуса и аромата копчености). Подготовленные морепродукты резали на кусочки необходимых размеров, фасовали по 90 г в стеклянные банки с крышкой из жести типа «Twist Off» (емкость 120 см³) и заливали масляной заливкой в количестве 20 см³. В опытные образцы консервов вносили масляные экстракты пряностей, уровень антимикробной активности которых достоверно не отличался.

Для получения масляного экстракта пряностей использовали различные молотые пряности, которые смешивали с нагретым до температуры 100 °С маслом в количестве, приведенном в табл. 1, и выдерживали в течение 48 час, перемешивая каждый 6 – 8 час, после чего охлаждали и отделяли от осадка.

Таблица 1

Состав пряностей (кг) на 10 кг масла растительного

Пряности	Варианты смесей		
	1	2	3
корица	0,2		
душистый перец	0,1		0,1
черный перец	0,1		
мускатный орех		0,2	
куркума		0,1	
кориандр		0,2	
кардамон			0,2
гвоздика	0,2	0,2	0,3
Всего	0,6	0,7	0,6

После фасования банки вакуумзакатывали и исследовали закономерности их прогреваемости в процессе стерилизации при температуре 115 °С в автоклаве АВ-2, охлаждение консервов проводили водой с противодавлением (0,18 МПа).

Предварительно разрабатывали рациональные формулы режимов стерилизации консервов. Расчет нормативного стерилизующего эффекта (F_n) консервов проводили после определения термоустойчивости спор тест-штамма *S. sporogenes-25* (константы $D_{121,1}^{\circ\text{C}}$). Рациональное время стерилизации контрольных и опытных образцов консервов определяли с учетом их прогреваемости при температуре 115 °С. Было установлено, что время собственно стерилизации опытных консервов для достижения необходимого стерилизующего эффекта ($F_{\phi} > F_n$) составляла на 5 мин меньше, что обусловлено снижением термоустойчивости ($D_{121,1}^{\circ\text{C}}$) спор бактерий (табл. 2).

Таблица 2

Продолжительность стерилизации, нормативный (F_n) и фактический стерилизующий эффект (F_{ϕ}) контрольных и опытных образцов консервов

Наименование консервов	Консервы с добавлением					
	растительного масла			пряно-масляного экстракта		
	F_n , усл. мин.	время стерилизации, мин	F_{ϕ} , усл. мин.	F_n , усл. мин.	время стерилизации, мин	F_{ϕ} , усл. мин.
Спизула подкопченая в масле	5,28	20-50-20	6,9	4,64	20-45-20	5,8
Осьминог в масле	5,28	20-50-20	6,9	4,50	20-45-20	5,68

После стерилизации консервы были промышленно стерильны. Опытные образцы характеризовались привлекательным внешним видом, приятным ароматом пряностей и свойственным вкусом.

Одним из показателей степени сохранности пищевой ценности продукта при стерилизации является термopовреждение белков, оказывающее влияние на их усвояемость. На рисунке показаны результаты определения усвоения белков в опытных и контрольных образцах консервов после стерилизации.

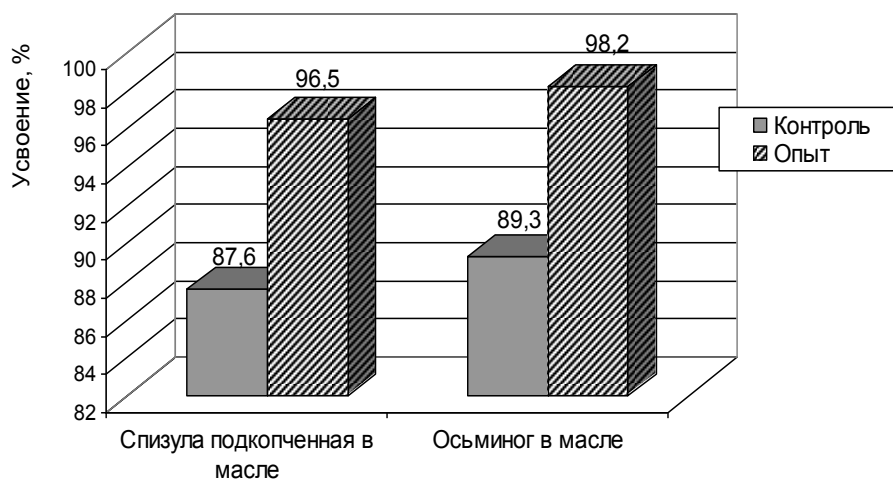


Рис.1. Усвоение белкового компонента в консервах из морепродуктов с добавлением подсолнечного масла и масляным экстрактом пряностей (опыт)

Как видно, замена растительного масла масляными экстрактами пряностей сопровождалась увеличением биодоступности белкового компонента консервов, в том числе у консервов «Спизула подкопченная в масле» – на 0,1%, «Осьминог в масле» – на 8,9%. Не исключено, что на усвояемость белка в консервах с добавлением пряно-масляных экстрактов оказывают положительное влияние непосредственно минорные жирорастворимые компоненты пряностей (терпены, терпеноиды, флавоноиды и др.).

Известно, что при термической обработке также происходит разрушение жирных кислот, в результате чего формируются жирные кислоты с меньшей углеродной цепью [9, 10]. Исследования жирно-кислотного состава липидов в консервах показали, что в опытных образцах сумма полиненасыщенных жирных кислот выше, чем в контрольных (табл. 3).

Таблица 3

Жирно-кислотный состав масляной основы консервов после стерилизации

Консервы	Сумма жирных кислот (в % от их общего количества)					
	с растительным маслом			с масляным экстрактом пряностей		
	насыщенных	мононенасыщенных	полиненасыщенных	насыщенных	мононенасыщенных	полиненасыщенных
Спизула подкопченная в масле	17,5	26,4	56,1	14,0	25,6	61,1
Осьминог в масле	21,7	26,1	52,2	17,3	25,4	57,3

Это указывает на меньшее термopовреждение и разрушение жирных кислот в консервах с масляным экстрактом пряностей под действием высокой температуры.

Таким образом, замена растительного масла в составе консервов из морепродуктов на масляные экстракты пряностей позволяет:

- сократить необходимое летальное время продуктов и продолжительность их стерилизации;
- снизить уровень термopовреждения от действия высоких температур пищевых веществ, в частности, белков и жирных кислот.

Список литературы:

1. Shelef, L.A. Sensitivity of some common food-borne bacteria to the spices sage, rosemary, and allspice / L.A. Shelef, O.A. Naglik, D.W. Bogen, // J. Food Sci., 1980. № 45(4). P. 1045 – 1044.
2. Zaika, L.L. Spices and herbs: Their antimicrobial activity and its determination / L.L. Zaika // J. Food Safety, 1988. № 9. P. 97 – 118.

3. Fabio, A. Inhibitory activity of spices and essential oils on psychrotrophic bacteria / A. Fabio, A. Corona, E. Forte, P. Quaglio // *New Microbiol.* 2003. № 26(1). P. 115 – 120.
4. Kneifel, W. Microbial criteria of random samples of spices and herbs retailed on the Austrian market / W. Kneifel, E. Berger // *J. Food Protect.*, 1994. № 57. P. 893 – 901.
5. Shelef, L.A. Antimicrobial effects of spices / L.A. Shelef // *J. Food Safety*, 1983. №. 6. P. 29 – 44.
6. Мюллер Г. Микробиология пищевых продуктов растительного происхождения / Г. Мюллер, П. Литц, Г.Д. Мюнх. М.: Пищевая промышленность, 1977. 344 с.
7. Патент РФ № 2427277. Способ получения пищевого масла / Авторы: Л.Ю. Лаженцева, Э.Н. Ким, Л.В. Шульгина. Оpubл. 27.08.2011. Бюлл. № 24.
8. Шульгин, Ю.П. Ускоренная биотис оценка качества и безопасности сырья и продуктов из водных биоресурсов / Ю.П. Шульгин, Л.В. Шульгина, В.А. Петров. Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2006. 131 с.
9. Бражников, А.М. Теория термической обработки мясопродуктов / А.М. Бражников. М., 1987. 270 с.
10. Гельфанд, С.Ю. Научные основы регулирования качества и контроля консервированных продуктов / С.Ю. Гельфанд: Автореферат дисс. д-ра техн. наук. М., 1994. 70 с.

ПИЩЕВЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ

УДК 663

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СМУЗИ-ПРОДУКТА С ДОБАВКОЙ ШРОТА РАСТОРОПШИ

А.В. Айрапетян, О.Б. Иванченко

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

ajrapetyan_@mail.ru

В последние годы наблюдается смещение спроса потребителей из сегмента рынка газированных безалкогольных напитков в сектор негазированных напитков, фруктовых соков и коктейлей. Снижение объемов продаж газированных безалкогольных напитков связывают с тем, что потребители все больше стремятся потреблять натуральные и полезные продукты питания. Продукты питания должны не только удовлетворять потребностям человека в основных питательных веществах и энергии, но благодаря наличию в их составе витаминов, ферментов, микро- и макроэлементов и других биологически активных веществ выполнять профилактические функции. Аналитическими маркетинговыми исследованиями установлено, что по потребительскому рейтингу уровень признания фруктовых, овощных напитков и пюре является высоким. Ассортимент таких напитков постоянно расширяется как за счет разработки новых технологий, так и за счет использования нового нетрадиционного сырья. Поэтому в настоящее время всё большее внимание уделяется производству напитков, содержащих биологически активные вещества [1,2].

Шрот расторопши относится к группе растительных гепатопротекторов, оказывающих защитное и восстанавливающее действие на печень. Мука расторопши – это перемолотые семена расторопши, после холодного отжима из них растительного масла.

Семена расторопши пятнистой содержат жирное масло, эфирное масло, хромоны, смолы, биогенные амины и уникальный комплекс флавонолигнанов, главными из которых являются силибинин, силидианин, силикристин. Именно комплекс флавонолигнанов, называемый силимарин, определяет биологическую активность и гепатопротекторное действие расторопши и препаратов, изготовленных из нее, в частности экстрактов из семян и млечного сока [3].

Гепатопротекторное действие силимарина из плодов расторопши обусловлено его антиоксидантными и мембраностабилизирующими свойствами. Избыточное накопление продуктов перекисного окисления липидов является одним из ведущих патогенетических механизмов поражения клеток печени (гепатоцитов). Это приводит к повреждению липидного слоя клеточных мембран и разрушению клеток.

Силимарин препятствует накоплению гидроперекисей липидов и тем самым уменьшает степень повреждения клеток печени. Кроме того, стабилизируя клеточную мембрану гепатоцитов, силимарин замедляет поступление в них токсичных веществ (как экзогенного, так и эндогенного происхождения). Силимарин также активизирует обмен веществ, результатом чего является нормализация белоксинтетической и липотропной функции печени.

Компонентный состав шрота богат пищевыми волокнами, которые стимулируют очищение организма от шлаков и токсических веществ, способствуют защите и восстановлению органов и тканей организма

Учитывая вышесказанное, разработка технологии овощного смузи, содержащего в составе компоненты антистрессовой направленности является актуальной и перспективной

Смузи - это прохладный десерт из измельчённых блендером или миксером кусочков фруктов с добавлением кефира, молока или йогурта, сока, фруктов, орехов и других компонентов. Овощные смузи готовятся из томатов, моркови, свеклы, авокадо, огурцов, тыквы, перца болгарского, сельдерея, шпината, а также пряностей и трав.

При создании технологии новых продуктов необходимо знать влагоудерживающую способность компонентов, поэтому в начале нами было исследовано набухание шрота расторопши в томатном соке при температуре 18 °С, при различных гидромодулях. В качестве контроля использовали томатный сок без шрота. Масса шрота, которая была использована в экспериментах, составляла 1,0г. Определение степени набухания проводилось в течение 120 мин. Как показывают проведенные исследования, скорость набухания смеси была интенсивна на протяжении первых 45-60 мин., а оптимальный гидромодуль составил 1:10 (рис 1).

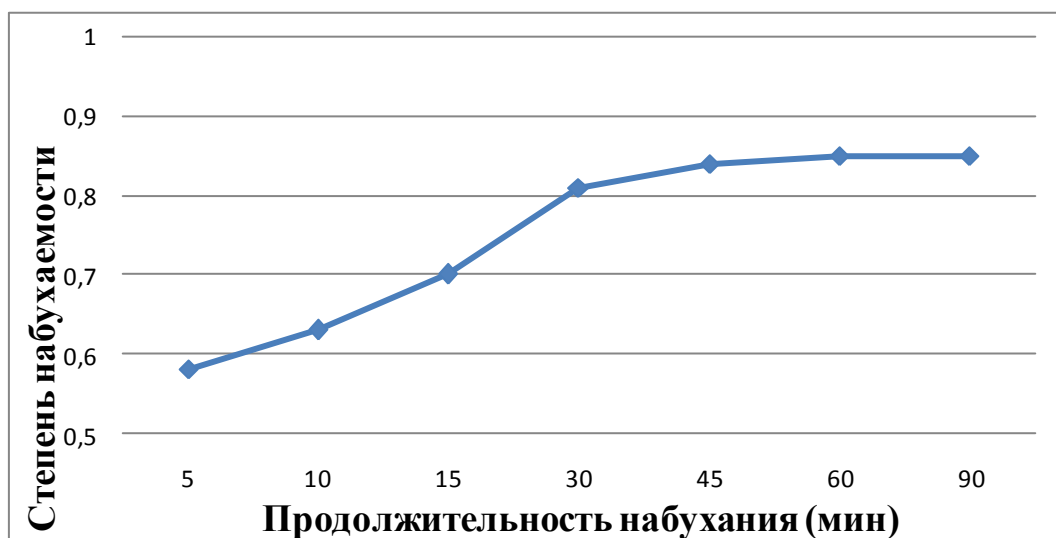


Рис.1. Интенсивность набухания шрота расторопши в томатном соке

Было также исследована вязкость овощного пюре при добавлении шрота расторопши. Основной показатель качества смузи – однородная кремообразная текстура с определенной вязкостью. Принято считать, что вязкость напитка лежит в пределах 500-2000 мПа/сек и предпочтительно составляет 600-1700 мПа/сек [4]. Вязкость определялась на вязкозиметре Rheotest, при градиенте 100, температуре 18°С, и продолжительности определения вязкости 30 секунд. Было выбрано 6 образцов, массой шрота 1 и 2 г, концентрация томатного сока 10,15 и 20 мл, т.е. анализировали образцы с гидромодулем 1:10,1:15,1:20, 2:10, 2:15, 2:20.

В ходе экспериментов определено, что значения вязкостей (при температуре 18 °С) оптимальны для образцов гидромодулей 1:15 и 1:20.

Методом титрования была определена общая кислотность на приборе титратор томатного смузи равная 4,2%. Рассчитана энергетическая ценность томатного смузи, которая равна 61 ккал [5].

Методом дифференцированного органолептического анализа по пятибальной шкале проведена дегустационная оценка томатного смузи, результаты которой представлены на профилограмме (рис.2).

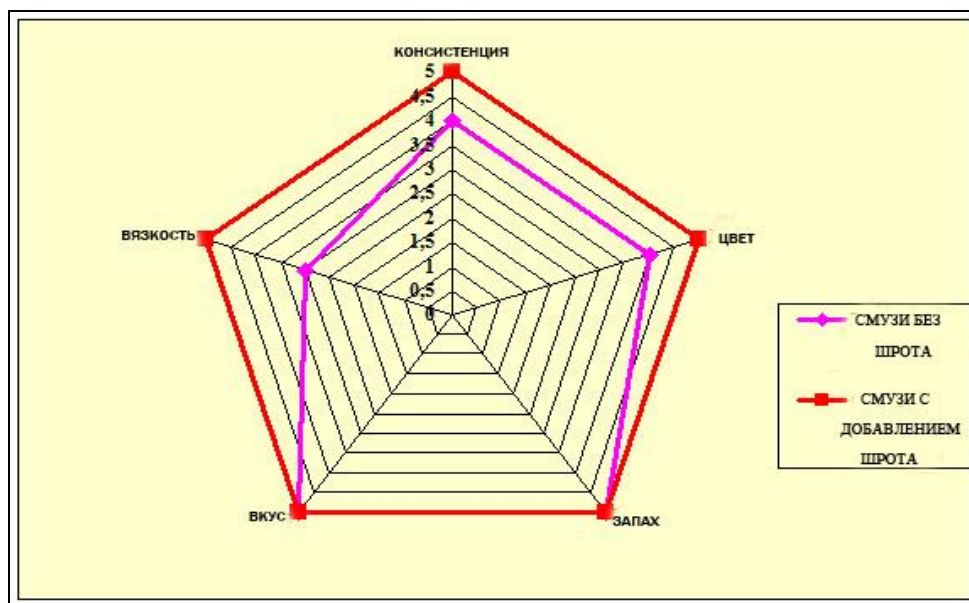


Рис. 2. Профилограмма томатного смузи

Таким образом, анализируя данные литературы и полученные собственные экспериментальные данные можно говорить о целесообразности и возможности использования шрота расторопши в производстве смузи- продуктов функционального назначения.

В результате проведенных экспериментов была разработана принципиально – технологическая схема овощного смузи с добавлением добавки шрота расторопши.

Список литературы

1. Пакен П. Функциональные напитки и напитки специального назначения. СПб: Профессия, 2010. С.496с.
2. Доронин А.Д., Ипатов Л.Г. Кочеткова А.А, Нечаев А.П, Хуршудян С.А., Шубина О.Г. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии. М.: ДеЛи Принт, 2009. 288с.
3. Семенкина Н.Г. Новые функциональные хлебобулочные изделия с гепатопротекторными свойствами / Н.Г. Семенкина, Т.Б. Цыганова, Е.И. Крылова // Пищевая промышленность. 2010. №9. С. 74 – 76.
4. Патент РФ №2466566 «Напиток и способ его приготовления»
5. Макканс, Уиддоусон. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов. Справочник. СПб.: Профессия, 2009. 398с.

УДК 664.6.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРБОМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ХЛЕБА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.Н. Андреев, Д.Н. Корнякова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

andreevanatoly@yandex.ru

Современное состояние и развитие хлебопекарной промышленности показывает, что изделия наряду с высокой пищевой ценностью должны иметь высокие потребительские и конкурентоспособные признаки, а также функциональную направленность.

К изделиям функциональной направленности относится группа лечебных хлебобулочных изделий с повышенным содержанием пищевых волокон, которые являются источником клетчатки, незаменимых макро- и микро элементов, витаминов группы А, В, Е и др. Такие изделия рекомендуются для больных с заболеваниями желудочно-кишечного тракта, алиментарным ожирением, нарушениями обмена веществ, а также для профилактического питания. Однако использование отрубей в пшеничном тесте может отрицательно влиять на содержание и качество клейковины, свойства и поведение теста при машинной обработке, снижать удельный объем, пористость и усвояемость диетического хлеба.

В связи с этим, в последнее время находят широкое применение гидроколлоиды. Их способность к водопоглощению и гелеобразованию позволяет в значительной степени изменять реологические характеристики пищевых систем, что в итоге приводит к получению изделий высокого качества, которые сохраняются в течение длительного времени. [1,2,3] .

Ранее [4] исследовали влияние различных дозировок негидратированной (НГКМЦ) и гидратированной (ГКМЦ) карбоксиметилцеллюлозы на качество клейковины хлеба с пшеничными отрубями. Было установлено, что использование гидратированной (гидратация 65%) КМЦ улучшает качество клейковины: увеличивает содержание клейковины на 4,4%, уменьшает растяжимость на 21,4%, повышает упругость на 5,5% и гидратационную способность на 54%, что должно отразиться на улучшении качества диетического хлеба.

В данной работе исследовали влияние негидратированной (НГКМЦ) и гидратированной (ГКМЦ) карбоксиметилцеллюлозы при дозировке 0,5% к массе муки на удельный объем, пористость и реологические характеристики мякиша хлеба пшеничного с отрубями при хранении.

Влияние НГКМЦ и ГКМЦ на удельный объем хлеба пшеничного с отрубями приведено на рис.1.

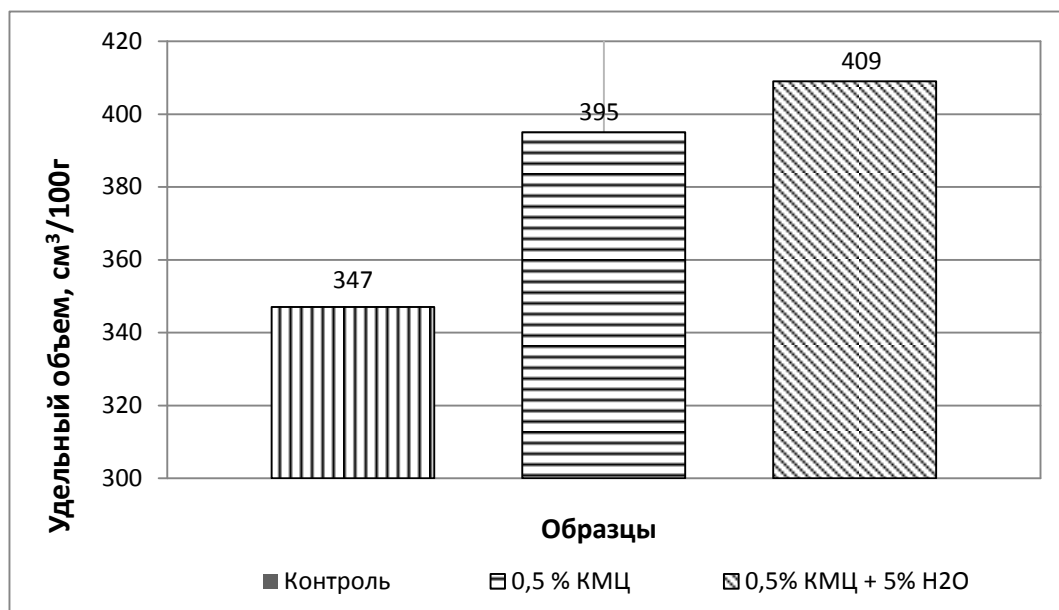


Рис. 1. Влияние НГКМЦ и ГКМЦ на удельный объем хлеба пшеничного с отрубями

Из рисунка видно, что удельный объем хлеба повышается при внесении НГКМЦ на 13,8%, ГКМЦ – на 17,9% по сравнению с контролем. Это можно объяснить химической природой гидроколлоида, а именно его влагоудерживающей способностью. Карбоксиметилцеллюлоза интенсивно впитывает воду, изменяя содержание свободной и связанной воды в тесте. При выпечке хлеба, часть свободной воды переходит в связанную осмотически с белками, крахмалом и другими веществами, обеспечивая их лучшую набухаемость и поднятие тестовой заготовки. При выпечке вода, связанная гидроколлоидом, вскипает, обеспечивая дополнительное увеличение объема хлеба.

Установлено также, что влагоудерживающая способность гидроколлоида способствует снижению упека опытных образцов на 0,5 – 0,9% по сравнению с контролем, что увеличивает выход хлеба и снижает технологические потери.

Влияние НГКМЦ и ГКМЦ на пористость хлеба пшеничного с отрубями приведено на рис.2.

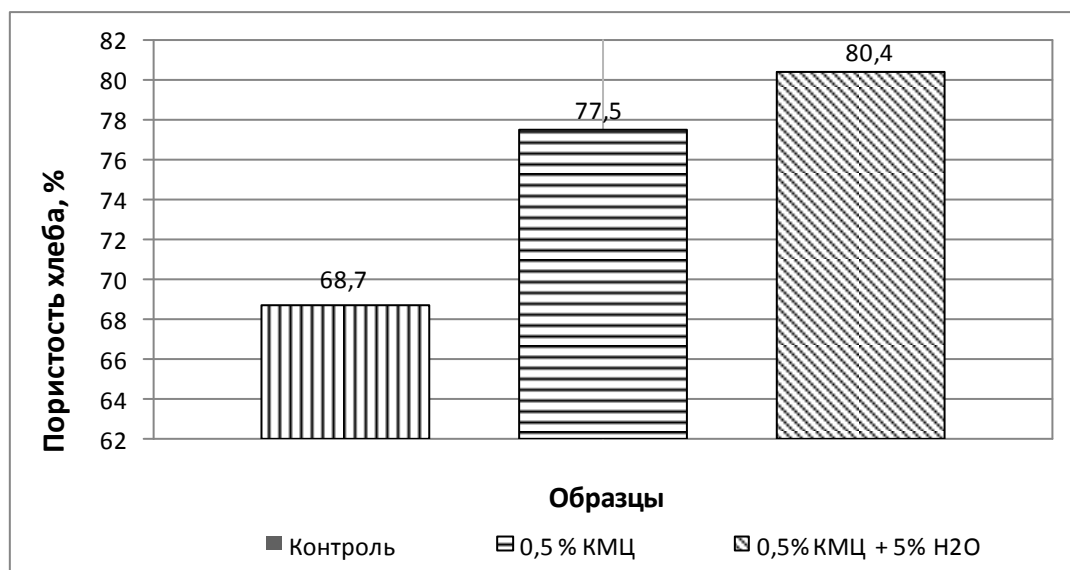


Рис.2. Влияние НГКМЦ и ГКМЦ на пористость хлеба пшеничного с отрубями

Использование НГКМЦ увеличивает пористость хлеба на 12,8%, а ГКМЦ – на 17% по сравнению с контролем, что можно объяснить увеличением газообразующей способности теста и удельного объема хлеба. Мякиш становится более разрыхленным, воздушным, менее сухим на ощупь, что в свою очередь способствует сохранению свежести и лучшей усвояемости хлеба. Это подтверждается исследованиями влияния добавления НГКМЦ и ГКМЦ на реологические характеристики мякиша через 1 и 7 сут. хранения. Данные через 7 сут. хранения приведены на рис.3

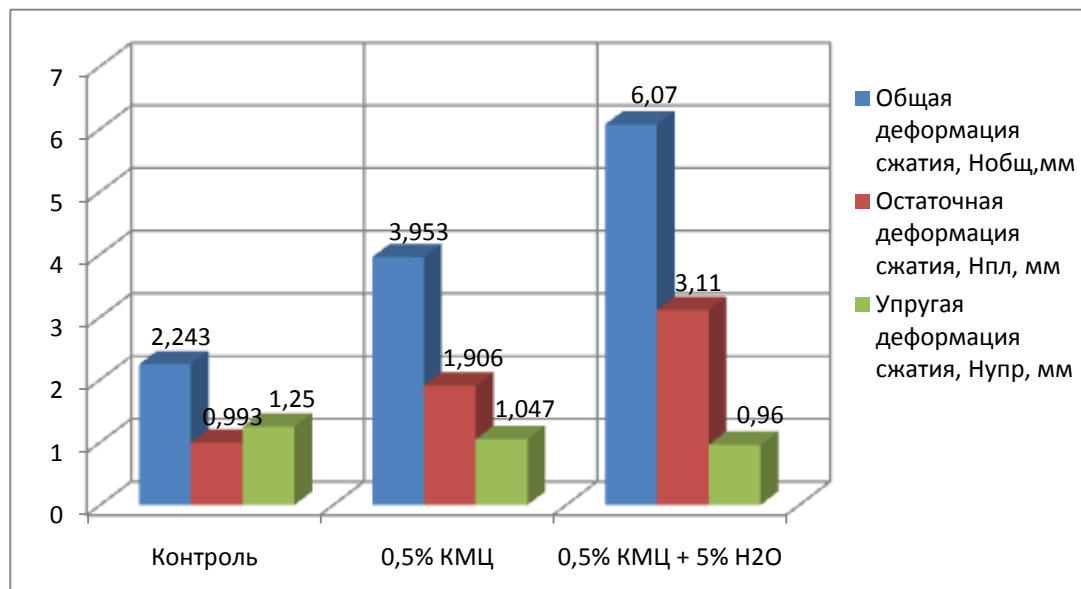


Рис.3. Влияние НГКМЦ и ГКМЦ на реологические характеристики мякиша через 7 сут. хранения

Экспериментами установлено, что общая деформация сжатия увеличивается при хранении с добавлением НГКМЦ с 1,5% (1сутки) до 76,2% (7 сутки), а с ГКМЦ – с 6,7% до 170,6%. Остаточная деформация сжатия также увеличивается при хранении готовых изделий с внесением НГКМЦ – с 15% (1 сутки) до 91,6% (7 сутки), а с ГКМЦ – с 21,8% до 213,2%.

С внесением КМЦ образцы мякиша лучше сжимаются и легче восстанавливают обратно первоначальную форму при снятии деформирующей нагрузки. С использованием КМЦ хлеб отличается большей мягкостью, в течение всего срока хранения.

Список литературы:

1. Armero E., Collart C. - Journal of Cereal Science. 1998. с 165 –174.
2. E. Metter, W. Seibel, K. Pleilsticker, J. Bruemmer.- Lebensm.-Wiss u. Technol, 1996. с. 58 – 61.
3. Андреев А.Н. Применение гидроколлоидов в технологии хлебопекарного производства. / Международный конгресс. Зерно и хлеб России. СПб.: 2006г. С. 98 – 99.
4. Андреев А.Н., Корнякова Д.Н. Влияние негидратированной и гидратированной карбоксиметилцеллюлозы на качество клейковины хлеба с пшеничными отрубями.

УДК 663.4

ВЛИЯНИЕ МАЛЬТОЗЫ НА МЕТАБОЛИЗМ ДРОЖЖЕЙ *Saccharomyces cerevisiae* В ПРОСТОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ БЕЗ АЭРАЦИИ

Т.В. Меледина¹, Е.В. Борисова²

1 - Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – Санкт-Петербургский институт управления и пищевых производств, Санкт-Петербург, Россия

meledina07@mail.ru

В природе существует большое разнообразие дрожжей. Наибольшее распространение в пищевой промышленности получили дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae*, к которому относятся дрожжи, используемые в хлебопечении, спиртовом производстве, пивоварении, производстве кваса. Независимо от целевого продукта все дрожжи сначала культивируют в условиях простой периодической культуры без аэрации, при этом в качестве питательной среды используют солодовое сусло с различным содержанием мальтозы. Между тем на метаболизм дрожжей оказывает влияние осмотическое давление среды, величина которого главным образом зависит от концентрации мальтозы в среде [1].

Цель работы заключалась в изучении влияния концентрации мальтозы в питательной среде на жизнедеятельность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

Объектами исследования являлись культуры дрожжей из музея Института управления и пищевых технологий: хлебопекарные-ЛВ7, пивные-РН, спиртовые - № 166.

Для проведения исследований использовали солодовое сусло, приготовленное из солодового экстракта «Аромаколор МFF». Концентрацию мальтозы варьировали от 4,5 до 18%.

Интенсивность образования диоксида углерода оценивали по скорости образования диоксида углерода. Концентрацию клеток в процессе культивирования определяли в камере Горяева. Удельную скорость роста рассчитывали по формуле 1:

$$\mu = \ln \frac{x}{x_0} \tau^{-1} \quad (1)$$

где x_0 – концентрация клеток дрожжей в момент засева, млн/мл;

x – концентрация клеток дрожжей, млн/мл;

τ – длительность культивирования, ч.

Во всех экспериментах начальная концентрация клеток составляла 1,5 млн/мл.

Осмотическое давление определяли с помощью осмометра Vapro Pressure Osmometer Wescor.

При исследовании влияния концентрации мальтозы на показатели осмотического давления выявлена прямолинейная зависимость между данными факторами (уравнение 2).

$$ОД=56,0 См \quad (2)$$

где ОД- осмотическое давление, ммоль/кг

См – концентрация мальтозы в среде, %.

Установлено, что интенсивность образования диоксида углерода при культивировании всех штаммов исследуемых дрожжей значительно снижается при увеличении концентрации мальтозы свыше 13,5% (670 ммоль/кг), причем этот эффект более выражен для штаммов пивных и спиртовых дрожжей (рис.1). Дальнейшее повышение осмотического давления до 1116 ммоль/кг практически не влияет на скорость образования диоксида углерода, в то время как при использовании пивных дрожжей этот показатель продолжает снижаться.

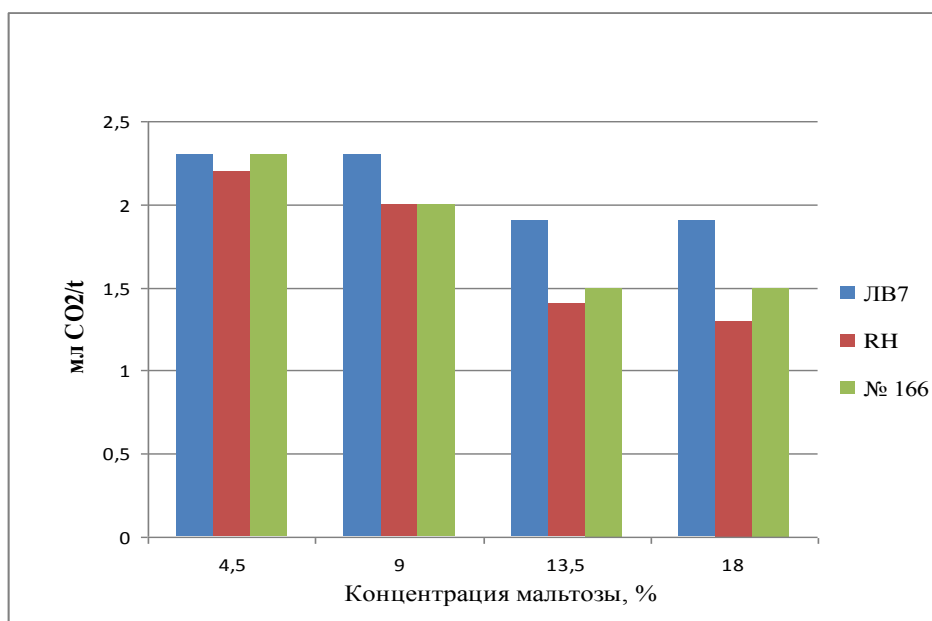


Рис. 1 Влияние концентрации мальтозы в питательной среде на интенсивность образования диоксида углерода для различных штаммов исследуемых дрожжей

В связи с тем, что существенные отличия между штаммами дрожжей проявляются в плотных средах, дальнейшие исследования по изучению влияния осмотического давления на размножение клеток проводили в среде с содержанием 13,5% и 18% мальтозы.

Установлено, что при осмотическом давлении среды 670 ммоль/кг (13,5% мальтозы) максимальное содержание клеток в культуре при использовании штаммов LB 7 и № 166 было практически одинаковым и составляло 40 млн/клеток/мл, в то время как при использовании в качестве инокулята штамма пивных дрожжей эта величина была в 1,4 раза меньше (28 млн клеток/мл). Причем было отмечено, что скорость роста пивных дрожжей была ниже, чем у хлебопекарных и спиртовых (табл.1).

Повышение осмотического давления до 1116 ммоль/кг (18% мальтозы) привело к ингибированию процесса размножения всех изучаемых штаммов в одинаковой мере (рис2). Не зависимо от штамма дрожжей максимальная концентрация клеток в среде составила 17 ± 3 млн клеток/мл.

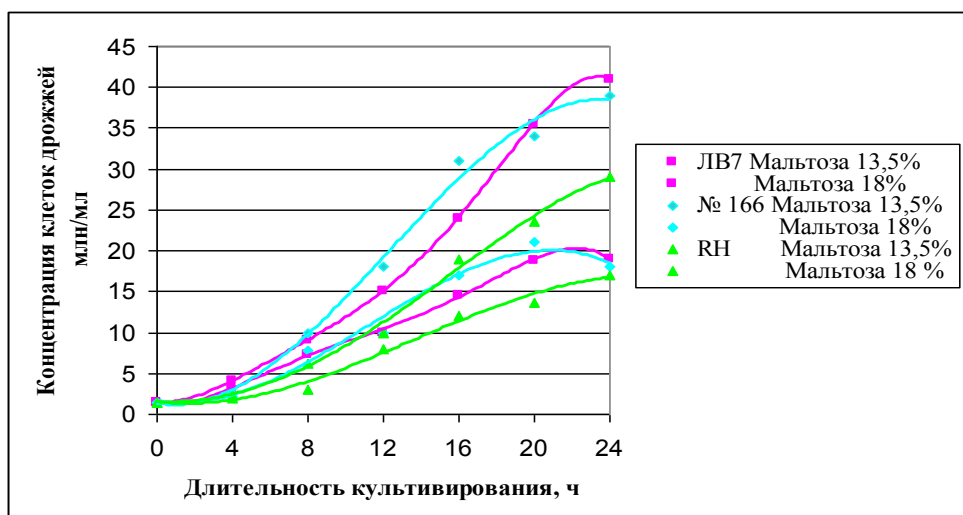


Рис. 2 Концентрация клеток дрожжей в питательной среде при концентрации мальтозы 13,5 и 18%

Влияние осмотического давления на удельную скорость роста дрожжей разных штаммов в периодической культуре без аэрации

Концентрация мальтозы в исследуемых растворах, %	Осмотическое давление по осмометру, ммоль/кг	Удельная скорость роста, 1/ч		
		ЛВ 7	RH	№ 166
4,5	161	0,16	0,13	0,16
9	446	0,16	0,14	0,17
13,5	670	0,15	0,12	0,14
18	1116	0,12	0,09	0,12

Выводы:

1. Хлебопекарные дрожжи (штамм ЛВ7) обладают большей осмоустойчивостью по сравнению с исследуемыми штаммами пивных и спиртовых дрожжей.

2. Все исследуемые штаммы дрожжей в равной степени испытывают осмотический шок при концентрации мальтозы в среде 18%.

3. Количество образовавшегося диоксида углерода в процессе культивирования исследуемых штаммов дрожжей при увеличении осмотического давления с 670 до 1116 ммоль/кг не изменяется.

Список литературы:

1. White P.A., Kennedy A.I. Smart K.A. The osmotic stress response of ale and lager brewing yeast strains. In *Brewing yeast fermentation performance // 2nd edition*, edited by Katherine Smart. Blackwell Publishing Company. 2003. p 46 – 60.

УДК 664.681

**ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ
ГРИБА MEDUSOMYCES GISEVI****О.В. Головинская, А.С. Уланова**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Oksana2187@mail.ru, ulanova.a@mail.ru

Культуральная жидкость чайного гриба содержит противомикробные вещества, задерживает развитие болезнетворных бактерий нескольких видов. Состав настоя: сахара, спирт, углекислый газ, органические кислоты, ферменты, витамины, кофеин, дубильные и антибиотические вещества. Особо важная роль принадлежит глюконовой кислоте – продукту углеводного обмена, а также дубильным веществам (танин и катехины), которые обладают высокими бактерицидными свойствами [1].

Чайный гриб, как антибиотик, интересен тем, что он не требует создания стерильных условий. С учетом пробиотических и бактерицидных свойств настоя чайного гриба представляется целесообразным изучение настоя чайного гриба в качестве добавки в хлеб [2].

Культуральную жидкость гриба *Medusomyces gisevi* используют для интенсификации технологического процесса, улучшения качества хлеба, повышения его микробиологической чистоты, предотвращения заболевания картофельной болезнью.

Установили, что по физико-химическим показателям опытные образцы не отличаются от контрольного, по органолептическим, а также количеству ароматических веществ в хлебе первые (5% культуральной жидкости к массе муки) превосходили его.

Внесение культуральной жидкости гриба *Medusomyces gisevi* в рецептуру пшеничного хлеба позволяет замедлить черствение, повысит сохранность изделий.

Обнаружили, что внесение культуральной жидкости гриба *Medusomyces gisevi* в концентрации не менее 5% к массе муки подавляет развитие картофельной болезни.

Таким образом, добавление культуральной жидкости гриба *Medusomyces gisevi* при производстве пшеничного хлеба позволяет уменьшить продолжительность тестоприготовления, содержания дрожжей на 30% от рецептурного количества. Хлеб при этом имеет ярко выраженный вкус и аромат, замедляется его черствение, приобретает пробиотические свойства и микробиологическую устойчивость при хранении.

При использовании гриба *Medusomyces gisevi* в технологии приготовления пшеничного хлеба потребуется примерно 50 литров продуктов его метаболизма на 1 т хлеба. Поэтому могут возникнуть трудности с получением необходимого количества культуральной жидкости. Для решения этой проблемы необходимо налаживание промышленного производства продукта.

Однако для этого потребуется изучение режимов культивирования в период развития гриба, в литературе рассматривался только один режим культивирования, и необходимо продолжить исследования по влиянию культуральной жидкости на качество хлеба при других режимах, так как эти исследования ранее не проводились, поэтому целью работы являлось изучить режимы культивирования гриба.

О кинетике протекания биологических процессов можно судить по скорости изменения титруемой кислотности питательной среды в процессе культивирования.

Изучали влияние концентрации сахара и чая на биологические процессы при культивировании гриба.

Для исследования готовили питательные среды, содержащие 0,5% чая и различные количества сахара (5%, 10%, 15%, 20%) к массе воды, данные в табл. 1. В питательные среды помещали мицелиальную пленку гриба и культивировали при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 25 суток.

В процессе культивирования измеряли кислотность культуральной жидкости. Результаты исследований представлены на рис. 1.

Таблица 1

Влияние сахара на культивирование чайного гриба	
Образец	Питательная среда, содержащая 0,5%чая, 1л воды и сахар в количестве
1	5%
2	10%
3	15%
4	20%

Ранее проводились исследования, в ходе которых было установлено, что наилучшими физико-химическими и органолептическими показателями обладал хлеб с внесением культуральной жидкости кислотностью 12 град.

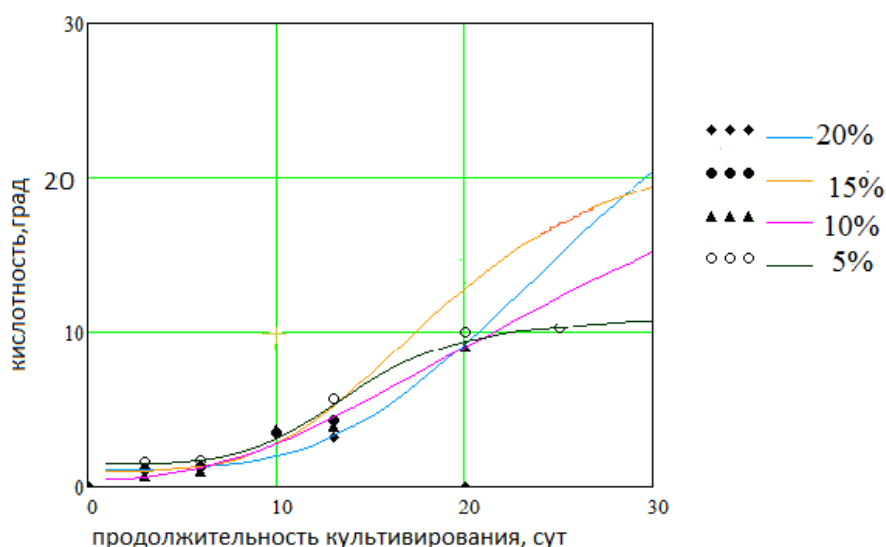


Рис.1.Влияние дозировки сахара на кислотонакопление при культивировании гриба Medusomyces Gisev

Как видно из рис. 1. кислотность быстрее увеличивается у образца с добавлением сахара 15%.

Для исследования массовой доли чая на биологические процессы при культивировании гриба Medusomyces Gisevi готовили питательные среды, содержащие 10% сахара и различное количество чая (0,5%,1%,1,5%,2%) к массе воды, данные в табл.2. В питательные среды помещали мицелиальную пленку гриба и культивировали при $t=20^{\circ}\text{C}$ в течение 25 суток.

В процессе культивирования измеряли кислотность культуральной жидкости

Таблица 2

Влияние чая на культивирование чайного гриба	
Образец	Питательная среда, содержащая 10%сахара, 1л воды и чай в количестве
1	0,5%
2	1%
3	1,5%
4	2%

Результаты исследований представлены на рис.2.

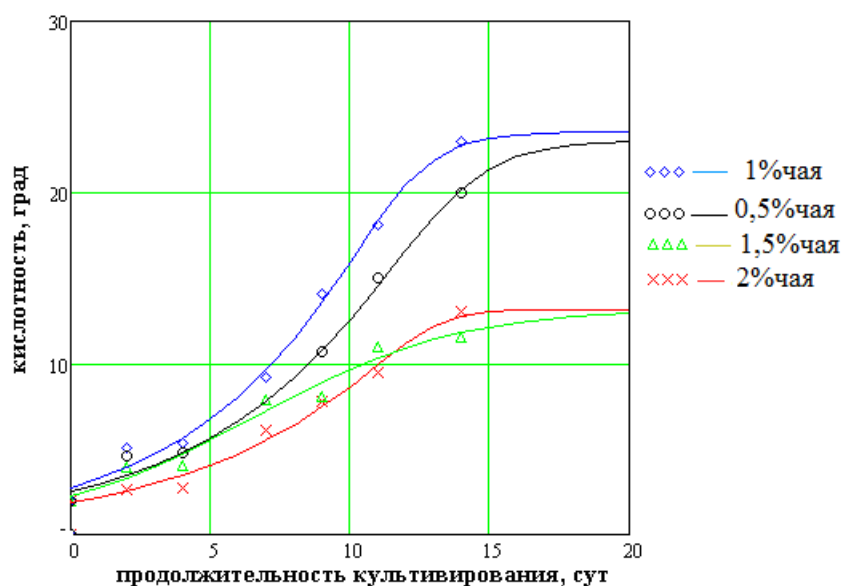


Рис.2. Влияние дозировки чая на кислотонакопление при культивировании гриба *Medusomyces Gisevi*

Как видно из рис. 2 кислотность быстрее увеличивается у образца с добавлением чая 1% . Так кислотность 12 град образец с содержанием чая 1% достигает за 8 суток.

В результате проведённых исследований можно сделать вывод, что кислотность культуральной жидкости увеличивается быстрее при культивировании гриба на питательной среде, содержащей 15% сахара и 1% чая. Данный режим можно использовать при производстве культуральной жидкости для хлеба.

Список литературы:

1. Даниелян Л.Т. Чайный гриб и его биологические особенности. М.: Изд-во: «Медицина», 2005. 83 с.
2. Головинская О.В., Федорова Р.А. Хлеб функционального назначения с добавкой настоя чайного гриба. Хлебопечение России. 2011. №6. С. 22 – 23.

УДК 663.422

ОВЁС В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА**М.М. Данина, О.А. Тимохина**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Daria13.26@gmail.com

В настоящее время основные требования к зерновым культурам, используемым в пивоварении, предполагают наряду с умеренным содержанием белков и максимально возможным содержанием крахмала, хорошую перерабатываемость ферментами, а также низкое содержание бета-глюкана. Состав овса с хорошо всем известным высоким содержанием белков, жиров, бета-глюкана и низким – крахмала, не позволяет назвать его идеальным сырьём для пивоваренной промышленности. Однако для пивоварения представляет интерес группа голозерного овса (*Nudae*), при обмолоте которого зерно освобождается от цветковых пленок и представляет собой высокоэкстрактивное сырье. В остальных случаях овёс представляет собой высокопенчатую культуру и поэтому содержит много гемицеллюлозы и клетчатки, представленных в таблице 1, что может приводить к снижению выхода экстракта и повышению грубой горечи пива [3]. Распределение химических веществ по отдельным составляющим зерна подчиняется тем же закономерностям, что и в случае с другими злаковыми (ячмень, пшеница, рожь). Следует отметить, что после удаления пленки уровень целлюлозы существенно снижается, а относительное содержание крахмала и жировых веществ возрастает, и может оставлять 55 и 11% соответственно.

Размер крахмальных зерен обычно колеблется в пределах от 2 до 0 мкм. Температурный интервал клейстеризации крахмала овса несколько ниже (55 – 60 °С), чем у ячменя (61 – 62 °С), и поэтому при его использовании не требуется применять декокционный метод (с отварками) затирания. Овес имеет богатый состав и мощные целебные свойства: укрепляет иммунитет, тонизирует, отдалает старение, способствует самоочищению организма и кроветворению, препятствует образованию тромбов, снижает сахар в крови, укрепляет нервную систему, улучшает сон, нормализует обмен веществ, усиливает перистальтику желудка, способствует измельчению камней в организме[4].

Отличительной особенностью овса по сравнению с другими злаковыми является большое содержание свободных аминокислот. Можно предполагать, что благодаря этому сбраживание сусла, при получении которого использовался овес будет происходить более интенсивно. Уровень белка в овсе может колебаться в довольно широких пределах от 9,0 до 19,5 %. С увеличением общего содержания белка возрастает содержание альбуминов и проламинов. В среднем, количество пролина в зерне овса значительно ниже, чем в ячмене, кукурузе и пшенице. Однако это не имеет принципиального значения, так как культура содержит много некрахмалистых полисахаридов и липидов, причем большая их часть представлена жирными ненасыщенными кислотами, что неблагоприятно отражается на вкусовой и коллоидной стойкости пива, тем не менее, овес применяют в качестве несоложеного материала при производстве оригинальных сортов пива.

Химический состав ячменя и овса (в расчете на 100г продукта, содержащего 86% от СВ)

Компоненты, г	Ячмень	Овес
Вода	14	14
Крахмал	48,1	36,5
Клетчатка	4,3	10,7
Гемицеллюлозы	6,7	10
Белки	10,3	10
Жиры	2,4	6,2
Зола	2,4	3,2
Общее количество аминокислот	10,1	9,2

Овсяная амилаза расщепляет почти весь растворимый крахмал до мальтозы. Овес имеет низкую экстрактивность и содержание белков, однако высокую долю оболочек (около 10%), поэтому облегчает фильтрацию[4].

При замене 10 % солода «обрушенным» овсом пиво характеризуется лучшим вкусом и ароматом по сравнению с пивом, в котором использовали в качестве несоложенного материала ячмень (10 %) [1]. При увеличении доли овса в используемых зернопродуктах повышается содержание полифенолов, что влияет на вкусовую стабильность пива. При добавлении овса содержание этанола в готовом продукте уменьшается, что делает вкус пива более легким. Степень сбраживания с применением несоложенного сырья понижается, что не очень хорошо, но, так как находится в пределах допустимых значений, вполне приемливо, а при добавлении ферментных препаратов должно увеличиваться, так как повышается содержание сахаров в сусле. В ходе эксперимента затирающие и прочие операции по приготовлению пива производились по классической схеме настоянным способом. Количество овса, взятого в качестве несоложенного сырья, составляло 15 % от общего количества затираемого сырья. Гидромодуль затора составлял 1:4. Полученное пиво обладало достаточной прозрачностью, золотистым цветом, солодовым ароматом (что не характерно для светлых сортов пива), чистым, гармоничным вкусом, соответствующим данному типу пива и приятной хмелевой горечью.

Список литературы:

1. Меледина Т.В. Сырьё и вспомогательные материалы в пивоварении. СПб.: Профессия, 2003. 304 с.
2. Ханке С., Царнков М., Краййсц С., Бак В., Вайенштефан. Овёс в производстве солода и пива // Мир пива. 2005. №3. С. 31 –34.
3. www.cnshb.ru
4. Киселев И.В. Применение овса как несоложенного материала при разработке новых сортов пива. //Пиво и напитки. 2011. №2. С.16 – 18.

УДК 663.421

АМАРАНТ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА**М.М. Данина, Д.М. Хвостовская**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Daria13.26@gmail.com

Одно из направлений современного пивоварения – разработка новых сортов пива с применением нетрадиционного сырья, то есть расширение ассортимента пивоваренной продукции, обогащение готовой продукции полезными веществами и снижение себестоимости продукции. Амарант является нетрадиционным сырьем в пивоварении. Он не принадлежит к семейству злаковых культур, но в связи с тем, что семена зерновых разновидностей амаранта сходны с зерном злаковых культур, то его называют псевдозлаком.

Амарант, в последнее время, все больше и больше находит применение в пищевой промышленности. Это вызвано его чрезвычайно высокой урожайностью, даже в континентальном климате большей части России, высоким количеством питательных веществ и практически полным отсутствием глютениновой фракции белка. Все части этого растения используются в пищевой промышленности. Например, мука амаранта достаточно широко используется для приготовления диетических продуктов и продуктов лечебного питания во многих странах, также амарант используется в мясной промышленности с целью частичной замены сырья животного происхождения и придания новых технологических свойств мясным продуктам, в масложировой промышленности при производстве обогащенных растительных масел, маргаринов и майонезов, в хлебопекарной и кондитерской промышленности для разработки функциональных изделий[1].

В последнее время было выявлено большое количество людей с аутоиммунным заболеванием - целиакией. При этом человек не может употреблять в пищу глютениновую фракцию белка. Больше всего этой фракции содержится в злаковых растениях: пшенице, ржи и других злаковых растениях. Единственный способ лечения – это отказ от употребления этих злаков и продуктов с высоким их содержанием [2]. Поэтому создание напитков, в частности пива, с пониженным содержанием глютена является перспективным и востребованным.

Так как в амаранте наблюдается практически полное отсутствие глютена, то в последнее время его все чаще рассматривают как сырье для получения пива с пониженным содержанием глютена. Но интерес к этому растению вызван не только этим. Белок амаранта является сбалансированным, легкоусвояемым и содержит сравнительно большое количество важнейшей незаменимой аминокислоты – лизина. Количество этой аминокислоты в амаранте в два раза превосходит ее содержание в пшенице и в три раза в кукурузе. Белок амаранта в основном состоит из альбуминов – водорастворимых белков и в нем практически полностью отсутствуют клейковинообразующие белки – глютенины [1]. Но высокое содержание альбуминовой фракции имеет как положительную так и отрицательную стороны. Так как альбумины имеют температуру коагуляции 52 °С и изoeлектрическую точку 4,6-5,8, при затирании они выпадают в осадок и не могут негативно сказываться на качестве пива. Однако альбумины ответственны за наличие крупноячеистой пены, следовательно, можно ожидать, что повышенное содержание амаранта в засыпи приведет к тому, что готовое пиво будет отличаться обильной, но не устойчивой пеной[4]. Так же в амаранте обнаружено повышенное содержание витаминов и минеральных веществ, которые играют важную роль в пивоварении. А по содержанию углеводов амарант может даже и превосходить ячмень. В семенах амаранта доля углеводов достигает 60%, из них из них 55% приходится на крахмал, на моно- и олигосахариды – примерно 4%(таблица 1) [3]. Семена амаранта содержат уникальный крахмал, гранулы которого имеют размер приблизительно 1 мкм с достаточно гладкой поверхностью. Гранулы крахмала других культур в несколько раз больше. Кроме того крахмал амаранта в значительной степени подвержен воздействию амилолитических ферментов[4].

Витаминный и минеральный состав зерен амаранта показывает большое содержание железа и фосфора, чем он выгодно отличается от других злаковых растений. По сравнению с классическим сырьем в пивоварении – ячменем, амарант содержит больше кальция, калия и железа. При-

чем кальций и калий должны улучшать стабильность вкуса пива и ход процессов брожения. Железо и медь в основном локализованы в зародыше, а кальций, магний, натрий – в оболочке. Что касается витаминов, то зерна амаранта содержат в большом количестве как водорастворимые, так и жирорастворимые витамины, причем их содержится на 20-50% больше чем в зерне традиционных злаков. Амарант является богатым источником водорастворимых витаминов, причем их значительно больше, чем в других зерновых культурах. Тиамин, рибофлавин, ниацин, биотин, фолиевая кислота, аскорбиновая кислота, витамин А и витамин Е – все они содержатся в зерне амаранта, но их содержание варьируется в зависимости от сорта (таблица 2). Все эти витамины играют важную роль в обеспечении многих функций организма. К тому же, из-за присутствия довольно большого количества витаминов С и Е амарант может обладать антиоксидантной активностью.

Интерес к этому растению вызван также его высокой урожайностью даже в годы засухи. Средняя урожайность амаранта составляет 35-60 ц/га зерна и максимально до 2000 ц/га биомассы [1], а урожайность семян до 30ц/га, что превышает урожайность других зерновых культур.

Таблица 1

Содержание основных пищевых веществ в 100г зерна

	Ячмень	Амарант
Белок, г	10,3	15
Липиды, г	2,4	6,5
Углеводы, г	49,4	59,5
Клетчатка, г	4,3	6,0
Кальций, мг	51	153
Калий, мг	328	366

Таблица 2

Среднее содержание витаминов в зерне амаранта

Наименование витамина	Содержание витаминов в зерне амаранта, мг/100г зерна
Тиамин	0,15
Рибофлавин	0,20
Ниацин	1,1
Биотин	30,2
Фолиевая кислота	28,0
Аскорбиновая кислота	5,5
Токоферол	0,77
Ретинол	0,19

Все это делает возможным использование амаранта в качестве безглютенового сырья в пивоварении. С точки зрения создания функционального напитка – безглютенового пива, чем больше доля засыпи ячменя заменяется на амарант, тем лучше, но с технологической точки зрения это невозможно.

В ходе эксперимента было приготовлено пиво из светлого солода с добавлением 10% семян амаранта от общей засыпи (в качестве нетрадиционного сырья) по классической схеме настоянным способом. При этом семена амаранта измельчали до состояния муки. Гидромуль был взят 1:4. Экстрактивность начального сусла была в пределах 10,9-11,2%. Полученное пиво имело золотисто-янтарный цвет с легким коричневым оттенком. При просмотре на свет пиво искрилось. Оно имело хмелевой аромат и вкус с недостатком хмелевой горечи.

Список литературы:

1. Шмалько Н.А.; Роляков Ю.Р. Амарант в пищевой промышленности. - Краснодар: «Промсвещение – Юг», 2011. 489 с.
2. Косминский Г.И.; Царева Н.Г.; Петрович Н.Н. Производство пива с использованием амаранта. Пиво и напитки. 2011. №3. С.28 – 31
3. Шмалько Н.А.; Роляков Ю.Р. «Бессмертный» амарант. //Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. 2004. №1. С. 71 – 73.
4. Иванченко О.Б.; Петрова Н.А.; Данина М.М. Сырье с низким содержанием глютена в технологии пивоварения. //Известия СПбГУНиПТ. 2008. №4. С. 42 – 47.

УДК 664.64

ТЕХНОЛОГИЯ ОТЛОЖЕННОЙ ВЫПЕЧКИ «FREEZER TO OVEN»**А.Н. Андреев¹, Ю.В. Дмитриева²**

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – ООО «САФ-НЕВА», Санкт-Петербург, Россия

andreevanatoly@yandex.ru

Развивающиеся в настоящее время быстрыми темпами, технологии отложенной выпечки или «Take and Bake» появились в 30-х годах двадцатого века. Тогда хлебопеками впервые стали предприниматься попытки охладить тесто. Но новое дыхание технологии обрела только через полвека, когда заморозку стали использовать на сдобных рецептурах. На сегодняшний день технологии отложенной на время выпечки используются в приготовлении различных видов теста, как обыкновенных традиционных сортах, так и на оригинальных рецептурах [1, 2, 3].

Одной из самых сложных в реализации является технология «FTO», что в переводе англ. «freezer to oven» означает «из шокера в печь». Технология предполагает выпечку тестовых полуфабрикатов, сформованных и замороженных, готовых к выпечке без окончательной расстойки, рис.1.

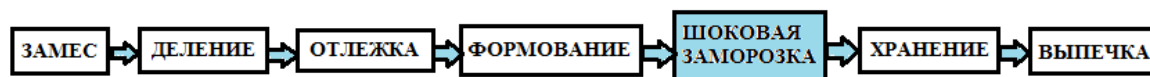


Рис.1 Технологическая схема производства изделий «FTO».

Преимущества технологии:

- ✓ не требуется квалифицированного персонала на пункте конечной выпечки (т.к. изделия готовы к выпечке без расстойки);
- ✓ увеличение выхода в связи с большей влажностью теста (количество воды на замес увеличивается на 8 – 12% по сравнению с другими технологиями замороженных тестовых полуфабрикатов);
- ✓ небольшой объем изделий при хранении;
- ✓ меньше чувствительность при случайном размораживании (поломке оборудования), по сравнению с изделиями расстойными замороженными; нет необходимости в расстойном шкафу в месте окончательной выпечки; короткая продолжительность изготовления изделий; лучшее и более длительное хранение готовой продукции

Ограничения технологии:

- ✓ требует знания принятой технологии, свойств используемого сырья, добавок и режимов технологического процесса;
- ✓ использование специального хлебопекарного улучшителя;
- ✓ использование муки с высоким содержанием клейковины.[1]

Особенности выбора сырья:

Хлебопекарные свойства муки пшеничной для технологии FTO должны быть выше по сравнению с мукой, используемой для традиционных способов тестоведения:

- ✓ Содержание белка (12 – 14% по СВ) или 30 – 32% по клейковине;
- ✓ Показатели качества по альвеограмме Шопена: $W \geq 300$ (энергия, затраченная на разрыв пузыря теста), $I_e \leq 100\%$ (индекс эластичности), $P \leq 100$ (упругость теста), $P/L \leq 0.8-1$ (соотношение упругости к растяжимости);
- ✓ Ферментативная активность должна быть слабой (ЧП = 300 сек по Хагбергу);
- ✓ Содержание поврежденного крахмала должно быть низким (не более 8% по методу Оидье). [4]

Выбор *дрожжей* для данной технологии очень важен. Во время глубокого замораживания свободная вода в тесте начинает кристаллизоваться. Внутриклеточная среда дрожжевой клетки остается жидкой. Происходит переохлаждение. Внеклеточные растворы концентрируются в воде, оставшейся в жидкой фазе, следовательно, внешнее осмотическое давление увеличивается, вода выходит из дрожжевой клетки. Происходит обезвоживание - дрожжевая клетка сжимается и внутриклеточный раствор концентрируется. Внутриклеточная вода начинает кристаллизоваться. Этот феномен происходит в пределах -3 и -12 °С.

Желательно отдавать предпочтение прессованным дрожжам (менее чувствительны к низким температурам по сравнению с сухими инстантными дрожжами), с меньшим «возрастом» относительно даты производства (гарантия наличия достаточного количества резервных сахаров). Дозировки дрожжей для технологии замороженных тестовых полуфабрикатов выше прямого способа изготовления, в зависимости от дозировки сахара и желаемых сроков хранения замороженных полуфабрикатов, могут варьироваться от 6-12% [1,3].

Несмотря на жесткие требования к качеству используемой муки, без *специального комплексного хлебопекарного улучшителя* не обойтись. Он должен компенсировать негативное воздействие низких температур на реологические характеристики теста. В его состав должна входить *сухая пшеничная клейковина* и *лагоудерживающие компоненты* для увеличения водопоглотительной способности муки и обеспечения формоустойчивости изделий в процессе хранения. Наличие *восстановителя* улучшит процесс формирования (слоения для слоеных изделий) и легкий рост заготовок в печи [2].

Особенности технологического процесса:

Во время **замеса** требуется:

- ✓ получение развитого клейковинного каркаса для лучшей формо- и газодерживающей способности;
- ✓ получение холодного теста с температурой $+16 - 20$ °С для замедления начала брожения (учет температуры сырья, использование холодной воды или льда, применение оборудования с охлаждающей рубашкой);
- ✓ получение теста более слабой консистенцией (более 550 UB) по сравнению с тестом для технологии расстойных замороженных изделий. Это необходимо для более легкого подъема тестовых заготовок во время выпечки;
- ✓ позднее внесение дрожжей во время замеса (за 2-3 мин до конца замеса с равномерным распределением дрожжей в тесте). Это необходимо для более позднего старта работы дрожжей, во избежание переукрепления клейковинного каркаса.

Брожение и предварительная расстойка должны быть сведены к минимуму, либо совсем отсутствовать. Как только дрожжи попадают в субстрат, начинается брожение и, в первую очередь, они расходуют свой резервный сахар – трегалозу. Он является криопротектором, формирует гель во время обезвоживания клетки в процессе заморозки и способствует сохранению жизнеспособности дрожжевой клетки в условиях низких температур. Чем меньше остается резервного сахара, чем более уязвимой становится дрожжевая клетка. Чем дольше будет брожение перед заморозкой, тем ниже будет удельный объем и хуже внешний вид готовых изделий, выпеченных из замороженных полуфабрикатов (рис.2).

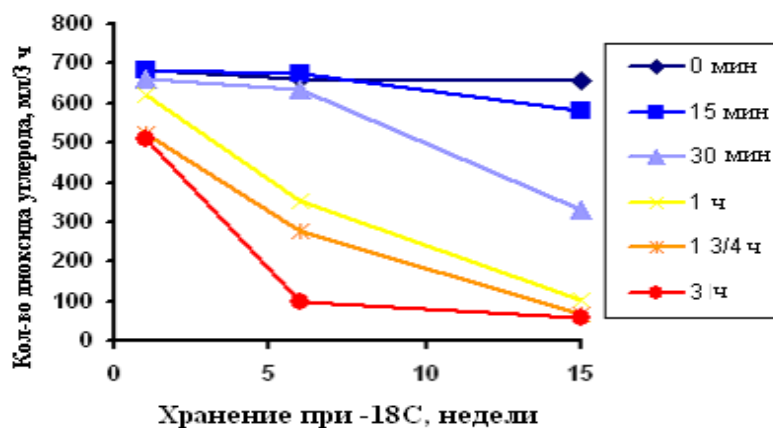


Рис. 2 Влияние промежутка времени между концом замеса и началом заморозки на качество изделий, выпеченных из замороженных полуфабрикатов, хранившихся при -18 °С [1]

Глубокая заморозка - это основная стадия в технологии замороженных тестовых полуфабрикатов. Она сопровождается следующими нежелательными эффектами:

- ✓ снижение подъемной силы дрожжей.
- ✓ снижение реологических характеристик теста.

Именно с этим связан правильный выбор дрожжей и улучшителя. Для получения оптимального качества готовых изделий, необходимо:

✓ Наличие циркуляции воздуха (4 – 5 м/сек) в камере шоковой заморозки в совокупности с оптимально низкой температурой (минус 30 – 35 °С), которые обеспечивают необходимую кинетику промерзания тестовой заготовки (1°С/мин). Продолжительность замораживания тестовых полуфабрикатов должна обеспечивать температуру в центре минус 12 – 18 °С.

- ✓ Оптимальные форма и размер изделий.

Температура хранения замороженных тестовых полуфабрикатов – минус 18 – 20 °С. Продолжительность хранения будет зависеть: от рецептуры (наличия животных жиров, способных к прогорканию; дозировки дрожжей; улучшителей), от соблюдения норм ведения производственного процесса, и может составлять от нескольких суток до нескольких месяцев.[1]. Упаковка и транспортная тара должны обеспечить защиту продукта от окружающей среды, а цепочка холода не должна прерываться.[4]

Выпечка замороженных тестовых полуфабрикатов, замороженных после формования, осуществляется без дефростации и расстойки. Эти стадии проводят в печи. Особенностью параметров выпечки по технологии ФТО является более низкая (на 30 – 40 °С) температура по сравнению с прямым способом, и большая (в 2 раза) продолжительность. Пар подается обильно в 2 этапа – сразу после посадки, и в середине выпечки.

Заключение:

Основной проблемой приготовления изделий по технологии ФТО помимо специфических особенностей технологического процесса, является необходимость применения специального хлебопекарного улучшителя. Разработка оптимальной формулы – предмет многолетних разработок и исследований ведущих производителей ингредиентов для хлебопечения. Существующие на сегодняшний момент решения не обеспечивают получения стабильного качества готового продукта.

Список литературы:

1. «Технология отложенной выпечки», Хлебопекарный Центр ООО «САФ-НЕВА» [Электронный ресурс] // URL:http://www.lesaffre.ru/safcenter/technology/delayed_half-baking.html;
2. Андреев А.Н. Дмитриева Ю.В. Исследование влияния негидратированных гидроколлоидов на удельный объем булочных изделий. // Электрон. Науч. журнал: СПбГУНиПТ, 2012. № 1.
3. Андреев А.Н., Китиссу П.А. Разработка комплексных хлебопекарных улучшителей для технологии быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов после расстойки. СПб. – Вестник МАХ, 2012. № 2. С 55 – 56.
4. Стрингер М., Деннис К. Охлажденные и замороженные продукты. СПб: «Профессия», 2004. 496с.

УДК 664.6 + 579

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА С ДОБАВЛЕНИЕМ БИОМАССЫ КЕФИРНЫХ ГРИБКОВ**Д.В. Зипаев, Д.А. Суханова, А.Ф. Шевченко**

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный технический университет», г. Самара, Россия

dvz7@mail.ru

Молочная сыворотка является ценным вторичным сырьём, богатая множеством полезных веществ, таких как витамины группы А, В, С, Е никотиновая кислота, холин и биотин, а также минеральными веществами кальций, магний и другие. Тем не менее, её использование в производстве на данный момент весьма ограничено вследствие нерентабельной переработки и малой востребованности на животноводческих хозяйствах Самарской области.

Однако, молочная сыворотка богата лактозой, которая является основным питательным компонентом для кефирных грибков.

Биомасса кефирных грибков насыщена витаминами группы В, насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами, аминокислотами и минеральными веществами, что делает её желаемой биологически активной добавкой при разработке новых видов продуктов функционального назначения.

Из литературных данных известно [1], что сыворотка как питательная среда для кефирных грибков имеет определенные преимущества перед стандартной методикой культивирования [2], обогащая биомассу полезными для организма человека веществами, в том числе незаменимыми аминокислотами. Поэтому использование сыворотки при разработке модельной среды для культивирования БКГ с целью дальнейшего её в разработке обогащённых пищевых продуктов в настоящее время является весьма актуальным.

Целью нашей работы являлось получение биомассы кефирных грибков и её применение в совершенствовании технологии пшеничного хлеба, а в задачи исследований входило:

- разработать модельную среду на основе молочной сыворотки для культивирования биомассы кефирных грибков;
- разработать технологию получения пшеничного хлеба с использованием биомассы кефирных грибков;
- определить органолептические и физико-химические показатели качества пшеничного хлеба с использованием биомассы кефирных грибков.

Нами была разработана модельная питательная среда для выращивания биомассы кефирных грибков (БКГ). При моделировании среды учитывалось соотношение молочной сыворотки и молока для дальнейшего использования биомассы как добавки, оказывающей влияние на качество конечного продукта.

Полученная биомасса, использована нами в качестве биологически активной добавки в хлебопечение при создании нового вида пшеничного хлеба. Была разработана рецептура выпечки пшеничного хлеба с добавлением биомассы кефирных грибков и проведена серия лабораторных выпечек пшеничного хлеба с добавлением гомогенизата БКГ. Вносимая биомасса была получена на различных питательных средах, вносилась в разных объемах и различными способами.

Образцы хлеба анализировали по физико-химическим и органолептическим показателям качества. Полученные данные сравнивались с показателями ГОСТ [3].

В результате проведённых исследований можно сделать выводы:

- разработана модельная среда для культивирования кефирных грибков с соотношением сыворотки и молока 55% к 45%;
- разработана рецептура пшеничного хлеба с добавлением биомассы кефирных грибков;
- образцы хлеба имели золотистый цвет, свойственный хлебу вкус с проскальзывающим привкусом молока, свойственный данному изделию запах, без посторонних запахов, пористость 79%, кислотность 2,4 град, влажность 44%, что соответствует ГОСТ 27842-88.

Список литературы:

1. Макарова Н.В., Зимичев А.В., Зипаев Д.В., Лугова Т.В. Современные тенденции в переработке молочной сыворотки // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2008, № 4. С. 5 – 7.
2. ОСТ 10-02-02-4-87 Грибки кефирные. Технические условия. М.: Издательство стандартов. 1987. 8 с.
3. ГОСТ 27842-88 Хлеб из пшеничной муки. Технические условия. М.: Издательство стандартов. 2006. 12 с.

УДК: 661.734.1:577.15:663.15

АМИЛОЛИТИЧЕСКИЕ ФЕРМЕНТЫ ГРИБА *ASPERGILLUS NIGER* – СТРОЕНИЕ, МЕТАБОЛИЗМ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ**А.В. Кабанов**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

alk979@yandex.ru

Ферменты, гидролизующие крахмал (амилазы) применяются в пищевых технологиях переработки растительного сырья с незапамятных времен. В Европе – это как правило ферменты солода, относительная дороговизна и не универсальность которых в последние десятилетия вынуждает искать им альтернативу в форме ферментных препаратов бактериального или грибного происхождения. Особенный интерес представляют энзимы мицелиальных грибов, которые, как правило, отличаются невысокой ценой, термостабильностью, устойчивостью в кислой среде и высокой активностью.

Определенный интерес представляют совмещенные технологии производства ферментных препаратов в одном технологическом процессе с другими биотехнологическими продуктами, такими, как лимонная кислота. В нашей работе рассматривались альфа- и глюкоамилаза штамма Л-4 гриба *Aspergillus niger*, которые могут использоваться в технологии продуктов питания из сырья растительного происхождения в виде комплексного препарата, сочетающего два вида активности.

Глюкоамилаза – (КФ 3.2.1.3, альфа-1,4:1,6-глюкан-4,6- глюкангидролаза) является высокоактивной экзоамилазой и атакует только нередуцирующие концы цепей крахмала и родственных ему мальтодекстринов, отщепляя последовательно глюкозные остатки. Расщеплению подвергаются в первую очередь 1,4- и в меньшей степени 1,6- гликозидные связи, при этом глюкоза выделяется в бета-мутамерной форме. Глюкоамилаза достаточно редко встречается в живой природе, в отличие от альфа-амилазы; она синтезируется только у грибов - представителей родов *Aspergillus* и *Rhizopus*. Способна гидролизовать с образованием глюкозы как амилозу, так и амилопектин; наиболее активна в отношении уже частично гидролизованного крахмала. При действии глюкоамилазы молекулярная масса углеводного полимера (a , следовательно, и вязкость его растворов) снижаются сравнительно медленно[1].

Широко распространенный в природе фермент альфа-амилаза (КФ 3.2.1.1, альфа-1,4-глюкан-4-глюкангидролаза) является эндоамилазой, вызывающей гидролитическое расщепление альфа-1,4-гликозидных связей случайным образом внутри высокополимеризованного субстрата и высвобождает глюкозу в альфа-мутамерной форме. При этом происходит стремительное уменьшение молекулярной массы полисахарида и вязкости его растворов, а также потеря его способности реагировать с йодом. Это глобулярный белок, относящийся к кальциевым металлопротеинам.

Альфа-амилазы найдены у многих мицелиальных грибов. Большинство из них имеет молекулярную массу несколько более 50 кДа. Например, альфа-амилаза, синтезируемая грибом *Aspergillus oryzae* имеет массу молекулы 52,5 кДа, а альфа-амилаза, синтезируемая грибом *Aspergillus niger* имеет молекулярную массу 53 кДа[2].

Так как дальнейшее развитие производства эффективных комплексных ферментных препаратов амилолитического действия для применения их в спиртовой промышленности, хлебопечении и пивоварении представляет серьезный интерес, решено было более детально исследовать особенности строения гидролизующих крахмал энзимов промышленного штамма Л-4, продуцента лимонной кислоты, и параметры их метаболизма, такие как константы скорости секреции и распада.

О строении молекулы белка можно косвенно судить по его аминокислотному составу. В нашей работе определение такого состава проводилось путем кислотного гидролиза с последующим количественным определением аминокислот.

Глюкоамилаза G1, выделенная методом гель-хроматографии из ферментативного ультраконцентрата культуральной жидкости штамма Л-4 (табл. 1) содержит 564 аминокислотных остатка, что несколько меньше результатов (616 остатков), полученных ранее для аналогичного фер-

мента другого штамма[3]. Есть заметные отличия также в содержании остатков аминокислот, имеющих спиртовый гидроксил, что неизбежно отражается на гликозилировании фермента. Исследованная альфа-амилаза также имела отличия от описанной ранее в литературе [4], притом эти отличия касались количества практически всех аминокислот. Оценивая представленные данные можно отметить, что аминокислотных остатков в молекуле альфа-амилазы значительно меньше, чем у глюкоамилазы. Это согласуется со значениями молекулярных масс обоих ферментов, определенных нами экспериментально (молекулярная масса глюкоамилазы более чем в два раза превышает массу альфа-амилазы).

Таблица 1.

Аминокислотный состав амилолитических ферментов исследованного штамма		
Аминокислота	Количество остатков	
	глюкоамилаза	альфа-амилаза
аспартат	51	19
треонин	79	31
серин	67	30
глутаминовая кислота	60	24
пролин	20	9
глицин	54	24
аланин	55	21
валин	54	16
метионин	2	-
изолейцин	22	6
лейцин	23	8
тирозин	24	6
фенилаланин	16	4
гистидин	9	7
цистеин	14	4
лизин	10	5
аргинин	4	2
триптофан	-	3
Общее количество	564	220

Такая информация является важной характеристикой и позволяет (наряду с другими сведениями) судить об эволюционной близости двух амилолитических ферментов. Проведенное нами сравнение аминокислотного состава ферментов промышленного штамма Л-4 показало наличие существенных генетических отличий от диких штаммов.

Для уточнения представлений о скорости синтеза и распада этих ферментов нами определялись кинетические параметры их метаболизма по методу Ариас и Шимке [5,6].

Из данных таблицы 2 можно заключить, что внеклеточная глюкоамилаза секретируется значительно медленнее (почти в 3 раза), чем альфа-амилаза и несколько быстрее разрушается (примерно в 1,3 раза).

Таблица 2.

Параметры обмена амилолитических ферментов и общего белка				
Объект/Параметр	Е, мкг/мл	Ксекр, мкг/(мл*сут)	Kd, сут ⁻¹	T _{1/2} , сут
Секреторная глюкоамилаза	83,3	36,1	0,433	1,6
Секреторная альфа-амилаза	306	104,35	0,341	2,03
Секреторный белок	5000	-	0,213	3,25

Период полуобновления секреторной глюкоамилазы составляет около трех четвертей от такового для альфа-амилазы. Возможно, это связано с лидирующей ролью последней в процессах гидролиза высокомолекулярного нативного крахмала.

На основании приведенных данных можно заключить, что альфа- и глюкоамилаза штамма Л-4 мицелиального гриба *Aspergillus niger* существенно отличаются по аминокислотному составу (и как следствие по строению) от аналогичных ферментов дикого штамма. Глюкоамилаза является

вспомогательным ферментов в сравнении с альфа-амилазой так как она секретируется медленнее и быстрее распадается. Вероятно накопление в культуральной жидкости значительно больших количеств альфа- нежели глюкоамилазы. Эти особенности необходимо учитывать при организации производства комплексного ферментного препарата по совмещенной технологии получения ферментов и лимонной кислоты. Такой комплексный препарат, обладающий альфа-амилазной и глюкоамилазной активностью, может быть востребован в производстве хлеба, особенно из муки невысокого качества и в производстве зернового спирта предназначенного для . пищевых и медицинских целей.

Список литературы:

1. Akoh C.C., Chang S.W., Lee G.C., Shaw J.F.//J. Agric. Food Chem., 2008, 56, P. 10445 – 10451
2. Suresh C., Dubey A.K., Srikanta S., Umesh Kumar S., Karanth N.G. Characterization of a starch-hydrolyzing enzyme of *Aspergillus niger*//Appl. Microbiol. Biotechnol. 1999 V. 51, P. 673 – 675.
3. Svensson B., Larsen K., Svendsen I., Boel E.// Carlsberg Res. Commun., 1983, #48, P. 529 – 544.
4. Stein, E.A., Junge, J.M., Fischer, E.H.// J. Biol. Chem., 1960, vol. 235, #2 pp. 371 – 378.
5. Arias I.M., Doile D., Shimke R. Studies of endoplasmic reticulum of rat liver// J. Biol. Chem. 1969, № 12, p. 3303 – 3315.
6. Shimke R.T. Control of enzyme levels in mammalian tissues// Achv. Enzymol. 1973, v. 37, p. 135 – 137.

УДК 637.146.3/663.05

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОРОЩЕННЫХ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

А.А. Каримов, О.Ю. Орлова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

oousova@list.ru

Расширение ассортимента продуктов повышенной пищевой ценности является одной из важнейших задач, реализуемых в рамках Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации. Большие возможности для развития промышленности в данном направлении даёт использование растительного сырья в качестве естественного ресурса биологически активных веществ.

В современной ситуации, когда потребители различных слоев населения России испытывают дефицит многих эссенциальных микронутриентов, кисломолочные продукты с антиоксидантными свойствами, помимо выполнения основной функции – удовлетворения потребности в энергии, – могут выступать в качестве эффективного инструмента массовой и групповой профилактики распространенных заболеваний человека, связанных с недостатком минеральных веществ, и защиты организма от неблагоприятного влияния факторов окружающей среды.

Исследования ученых последних лет в области производства пищевых продуктов направлены на расширение и оптимизацию ассортимента, основным направлением работ при этом является создание продуктов, компенсирующих проблемы питания человека. В нашей стране и за рубежом продолжают вести разработки композиционных продуктов, проявляющих выраженные лечебные и профилактические свойства.

В одном ряду с вышеуказанными направлениями стоят работы по созданию продуктов обладающих высокими потребительскими достоинствами и формированию наиболее значимых параметров качества, используя при этом нетрадиционные виды сырья.

Интерес к зерновым, бобовым культурам, как к источникам получения пищевых белков, у ученых-технологов возник сравнительно недавно и объясняется стремительным научно-техническим прогрессом в сфере производства продовольствия и возникшим качественно новым направлением интенсификации процессов получения пищи из вторичных ресурсов и нетрадиционных источников.

Одним из кисломолочных продуктов, выбранным для обогащения зерновыми культурами был выбран творог. Специфическими достоинствами творог как продукт лечебного и детского питания обязан наличию сравнительно большого количества белков, благоприятному сочетанию минеральных веществ и микроэлементов, а также незаменимой аминокислоте — метионину. Выбор творога в качестве ингредиента животного происхождения при создании нового вида комбинированного молочного продукта обусловлен его популярностью в традиционном рационе питания, отличными функциональными свойствами и технологичностью его комбинирования.

Были разработаны рецептуры и определены основные технологические операции при производстве новых кисломолочных продуктов с пророщенными зерновыми культурами (пшеница, рожь, тритикале).

Существуют различные методы определения качества продуктов. Органолептическая оценка качества пищевых продуктов основана на дифференцированной шкале субъективного восприятия и оценки отдельных показателей качества продукта – вкуса, запаха, цвета, консистенции и внешнего вида. В мире подобный подход к оценке качества пищевых продуктов является общепринятым и безальтернативным.

Самая важная характеристика эмоциональной ценности продукта основана на восприятии его вкуса и запаха, которые дают богатую палитру важных впечатлений о нем.

Цвет, являясь показателем качества продукта, связан с его химическим составом, использованием различных приемов технологического процесса получения продукции и вида применяемо-

го сырья. Так же, по цвету часто судят о свежести кисломолочных продуктов, тех, которые упакованы в прозрачную упаковку.

Немаловажную роль при органолептической оценке имеют такие показатели как, консистенция и внешний вид готового продукта, эти показатели, как и цвет продукта, могут рассказать об их свежести и условиях хранения. [2]

Для творожных изделий наиболее важными являются показатели вкуса и запаха. Вкус и запах продукта в первую очередь определяется качеством исходного сырья и процентным содержанием введенной добавки, а также вкусовых наполнителей.

Органолептическая оценка контрольного образца и обогащенного добавкой из зерновых культур, были количественно выражены посредством специально разработанной 5-ти балльной шкалы. Разработанная шкала оценки органолептических показателей более широко раскрывает сенсорные характеристики продукта, что позволяет выявлять наиболее перспективные с точки зрения этих показателей рецептуры, с различным процентным содержанием добавки.

На первых этапах исследования проводились работы по определению количества вносимой добавки и органолептических показателей. К обезжиренному творогу добавлялась измельченная смесь зерновых культур в количестве от 5 до 15 %.

Во всех образцах оценивались вкус, запах, цвет, внешний вид и консистенция по пятибалльной шкале. Для полного описания сенсорного восприятия продукта использовался профильный метод. Он основан на том, что отдельные импульсы вкуса, запаха и консистенции, объединяясь, дают качественно новый импульс общей вкусовой характеристики продукта.

Выделение наиболее характерных для творожных изделий элементов вкуса позволило установить профиль вкусоности продукта, а также изучить влияние различных доз добавки на вкусовые показатели. Профили творожных продуктов с различным процентным внесением добавки представлены на рис.1.

Наилучшими органолептическими показателями, обладал образец с 10% добавкой из зерновых культур, так как продемонстрировал максимально высокие оценки по отношению к образцам с 5 и 15% содержанием добавки.

Для улучшения органолептических свойств к разработанному продукту с 10% содержанием зерновых культур было решено добавить различные варианты наполнителей – цукаты из грецких орехов молочно-восковой спелости. Плоды грецкого ореха молочно-восковой спелости обладают уникальным составом и свойствами. Плоды грецкого ореха молочно-восковой спелости содержат витамины С (до 3000 мг%), А, Е; группы В, органические кислоты, минеральные соли, дубильные вещества. Самым уникальным, специфическим веществом, содержащимся в ореховом сырье, является - юглон. Юглон - это природный антибиотик, подавляющий более 100 видов патогенных микроорганизмов. [1]

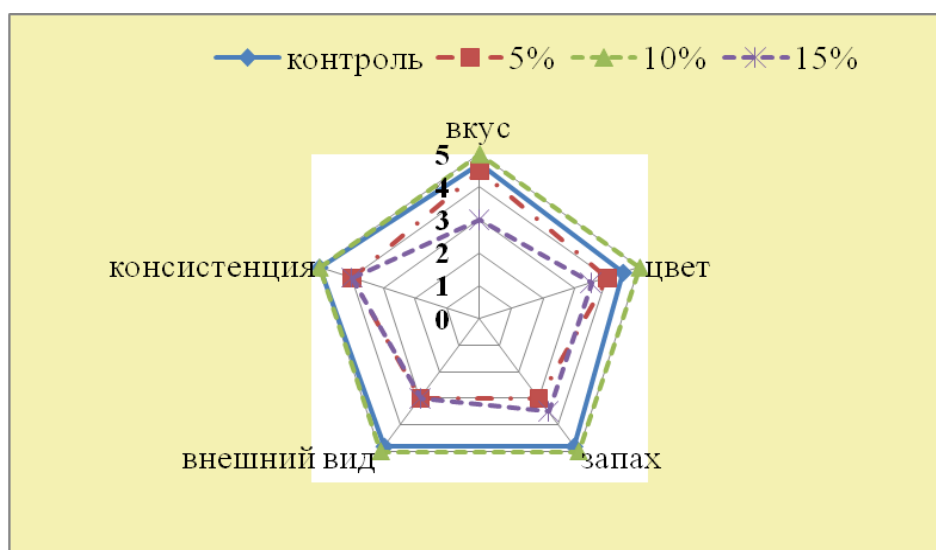


Рис. 1. Профили творожных продуктов с различным содержанием добавки из пророщенных зерновых культур

Были выработаны творожные продукты и для удобства обработки полученных результатов введены следующие обозначения: контроль – обезжиренный творог без добавки; образец №1 – творог с добавлением измельченных пророщенных зерновых культур; образец №2 – творог с добавлением пророщенных зерновых культур и цукатами из грецких орехов молочно-восковой спелости. Профилограммы исследуемых образцов – контроля, образца №1 и 2 представлены на рис.2.

Интенсивность характерных дескрипторов оценивалась по словесной балловой шкале: 0 – признак отсутствует; 1 – немного узнаваемый или ощущаемый; 2 – слабая интенсивность; 3 – умеренная интенсивность; 4 – сильная интенсивность; 5 – ярко выраженная интенсивность.

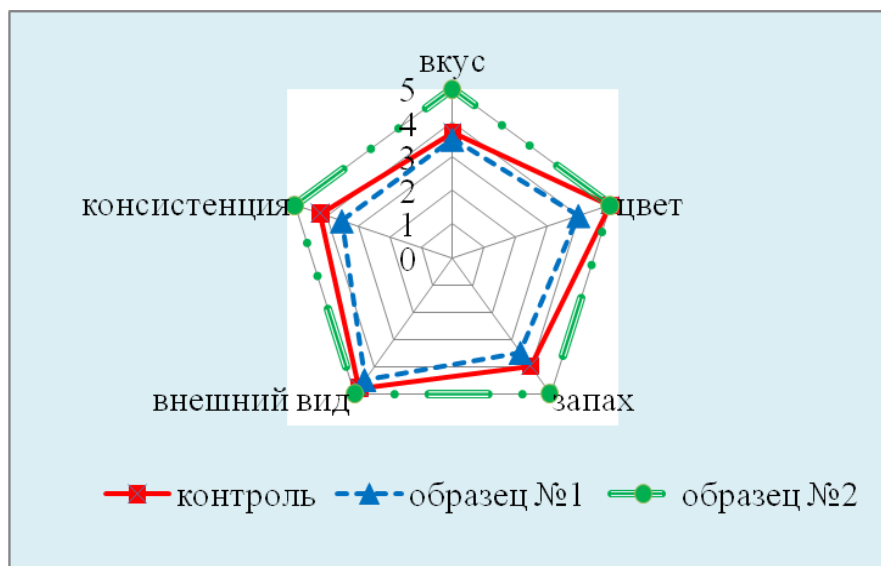


Рис.2. Профиль исследуемых образцов

Как видно из представленного рисунка лучшими органолептическими показателями обладал образец №2 с добавлением пророщенных зерновых культур и цукатами из грецких орехов молочно-восковой спелости. Вкус и запах образца были выраженными, гармоничными, вызывающими аппетит. Более низкими органолептическими показателями в сравнении с данным образцом обладали контрольный образец и образец №1, вкус и запах этих образцов были менее выражены, как и другие показатели кроме цвета.

В настоящее время ведется работа по изучению влияния грецких орехов молочно-восковой спелости, введенных в состав кисломолочных продуктов на химический состав разработанных продуктов и увеличения сроков их хранения.

Список литературы:

1. Орлова О.Ю. Влияние химического состава грецкого ореха молочно-восковой спелости на качество творожных изделий / О.Ю.Орлова, Т.В.Пилипенко // «Известия Самарского научного центра Российской академии наук». Специальный выпуск. Том 1. XII Всероссийский Конгресс Экология и здоровье человека, г. Самара. 2007. С.179 – 182.

2. Родина Т. Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Тамара Григорьевна Родина. М.: Издательский центр «Академия», 2004.

УДК 579.222; 579.64

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОФЛОРЫ ЯБЛОЧНОГО СУСЛА И ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЕЁ В ВИНОДЕЛИИ

В.В. Бахарев, Н.А. Киселева

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

samgtu2011@yandex.ru

Одной из сложных технологических проблем в практике яблочного виноделия является осветление исходного яблочного сока и получаемого виноматериала. Яблоки богаты различными полисахаридами: гемицеллюлозой и α -целлюлозой, составляющими основу клеточных стенок, нерастворимым протопектином и растворимым пектином, состоящими из остатков галактуроновой кислоты. Все эти полисахариды обладают высокой гелеобразующей способностью и способны давать устойчивые коллоидные системы. Кроме того, полисахариды и пектиновые вещества значительно повышают вязкость и мутность исходного яблочного сока, затрудняют его фильтрацию, а также влияют на эффективность осветления готового виноматериала. Для решения этой проблемы используется ряд подходов. Свежеотжатый яблочный сок перед сбраживанием подвергают отстаиванию или грубой фильтрации. Существенное значение имеет использование гидролитических и пектолитических ферментных препаратов, которые гидролизуют полисахариды до олиго- и моносахаридов. Таким образом, положительным моментом использования ферментных препаратов при получении яблочных вин является заметное повышение содержания моносахаридов в исходном яблочном соке. Вместе с тем применяемые в настоящее время ферментные препараты не отличаются высокой степенью очистки, в их составе в той или иной степени обычно присутствуют оксидазы, приводящие к усилению окисления и потемнению яблочного сока. Поэтому использование ферментных препаратов для обработки яблочных соков и виноматериалов должно сочетаться с обязательным введением сернистого ангидрида. Для осветления получаемого виноматериала используются специальные осветлители (бентонит, желатин, танин и др.) или фильтрация через мембранные фильтры [1].

При использовании чистых культур для яблочного виноделия приходится принимать во внимание несколько факторов, а именно: образование ароматических и вкусовых веществ, влияние на осветления сусла. Исследование применения различных штаммов дрожжей на состав и качество столовых вин показало, что колебание в содержании летучих кислот, высших спиртов, эфиров зависят в основном от вида дрожжей, поэтому выбор их при получении определенного типа вина имеет решающее значение [2]. Известно, что дрожжи во время брожения образуют так называемый букет брожения. Наибольшее количество веществ букета находится в молодых винах, то есть собственный характер дрожжей в них выражен наиболее заметно [3].

В настоящее время для производства плодово-ягодных вин используют дрожжи семейства *Saccharomycetaceae*, а именно *Saccharomyc esellipsoideus*. Подавляющее большинство из них принадлежит видам *Saccharomyces vini*, *Saccharomyces oviformis*, *Saccharomyces uvarum* [4].

Спонтанное сбраживание яблочного сока могут вызывать дикие дрожжи. К диким дрожжам относятся *Zygosaccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Saccharomycodes Ludwigii*, *Schizosaccharomyces acidodevorax*, *Hanseniaspora apiculata*, *Pichiaalcoholophila*, *Candidamycoderma*. Все перечисленные дикие дрожжи, как правило, относятся к вредителями винодельческого производства, их еще называют сорняками брожения [5].

Нами был проведен ряд исследований по сравнительной ферментации яблочного сока на спонтанной микрофлоре яблочного сока и чистой культуре дрожжей рода *Saccharomyces*. Наблюдения показали, что яблочный сок, сброженный на спонтанной культуре дрожжей, лучше осветляется и имеет более выраженный букет, чем сок, сброженный на чистой культуре. Причиной этого может быть наличие в спонтанной микрофлоре яблочного сока рода дрожжей, обладающего гидролитической и пектолитической активностью в отношении полисахаридов.

Цель исследований: выделение, идентификация и изучение «дикий» микрофлоры, ответственной за ферментацию яблочного сока и последующее осветление натурального яблочного вина.

Задачи исследования: изучить роль каждого рода дрожжей в процессе ферментации яблочного сока, выяснить какой род дрожжей может обладать способностью осветлять вина.

Материалы и методы исследования.

Чистые культуры дрожжей выделяли из осадков яблочных вин, приготовленных из районированных сортов яблок. Для установления родовой принадлежности выделенных штаммов дрожжей их идентифицировали на основании морфологических и физиологических признаков. Культуральные признаки выделенных дрожжей анализировали на агаризованном и жидком солодовом сусле. Морфологические признаки и особенности вегетативного размножения изучали на постоянных препаратах клеток, выросших в солодовом сусле, и на поверхности агаризованного солодового сусли, окрашенных метиленовым синим или водным фуксином. Наличие полового процесса определяли по возможности дрожжей образовывать аскоспоры. Физиологические признаки, определяющие тип питания и способность к росту в различных условиях, к ним относятся определение способности к аэробной ассимиляции различных источников углерода, изучали с помощью сред Гисса.

Получали изолированные колонии путем поверхностного посева на застывшую агаризованную среду в чашках Петри. Далее колонии отсеивали в пробирки на поверхность скошенной агаризованной среды.

Результаты исследования и их обсуждения.

В результате проведенных исследований из осадка яблочного вина, полученного на основе яблочного сырья, выращенного в Самарской области, были выделены три рода дрожжей. Они были идентифицированы на основании культуральных, морфологических и физиологических признаков.

Род *Saccharomyces* – клетки крупные, до 20 мкм и более в длину, лимоновидные или удлиненно-овальные. Колонии глянцевые, гладкие, кремового цвета (см. табл. 1). Род *Saccharomyces* сбраживают глюкозу, сахарозу (см. табл. 2).

Таблица 1

Характеристика колоний

	<i>Kloeckera Hanseniaspora</i>	<i>Saccharomyces</i>	<i>Saccharomyces</i>
Состав среды	Агаровое сусло		
Температура культивирования	30		
Рост	Однородный		
Мощность и формы роста	Умеренный		
Форма края	Волнистый	Волнистая	Ровный
Профиль роста (макро-рельеф)	Плоский		
Поверхность штриха	Гладкая		
Блеск штриха	Блестящий	Блестящий	Блестящий
Пигментация штриха	Прозрачно-кремовый	Белый	Кремовый
Консистенция культуры	Пастообразная		

Показатели роста микроорганизмов выделенной чистой культуры на средах Гисса

Культура	Среды Гисса	Газообразование	Рост сверху	
			Инкубация 2 дн.	Инкубация 7 дн.
<i>Kloeckera Hanseniaspora</i>	Глюкоза	++	++	++
	Сахароза	++	-	-
	Манноза	++	+	-
	Лактоза	-	-	-
<i>Saccharomyces</i> ;	Глюкоза	+++	+++	++++
	Сахароза	+++	+	+++
	Манноза	+++	++	+++
	Лактоза	-	-	-
<i>Saccharomycodes</i>	Глюкоза	++++	++	++
	Сахароза	++	-	-
	Манноза	++	-	-
	Лактоза	-	-	-

Примечание. Характеристики газообразования культуры на полужидких средах Гисса, содержащих различные источники углерода: - отсутствие газообразования; + слабое газообразование; ++ умеренное газообразование; +++ сильное газообразование; ++++ очень сильное газообразование. Характеристики интенсивности роста культуры на полужидких средах Гисса, содержащих различные источники углерода: - отсутствие роста; + слабый рост; ++ умеренный рост; +++ сильный рост; ++++ очень сильный рост [6].

По литературным данным [7], известен всего один вид *Saccharomycodes ludwigii*. В природе встречается в сокоотечениях деревьев, на поверхности плодов, в самозабродивших плодовых и ягодных соках.

Под *Kloeckera Hanseniaspora* – клетки мелкие, лимонovidные, овальные. Колонии прозрачно-кремового цвета, гладкие, глянцевые (см. табл.1). Род дрожжей *Kloeckera Hanseniaspora* сбраживают глюкозу, но не сбраживают сахарозу (см. табл. 2). Известно [7], что дрожжи рода *Kloeckera Hanseniaspora* имеют абсолютную потребность в инозите и пантотеновой кислоте. В природе часто обнаруживаются на сочных сахаристых плодах, на винограде.

Известно, что дрожжи рода *Kloeckera Hanseniaspora* синтезируют повышенное по сравнению с *Saccharomyces* количество глицерина. Фруктозу сбраживают несколько быстрее, чем глюкозу. Некоторые авторы [5] считают, что апикулятные дрожжи в определенных условиях могут придавать вину приятные плодовые тона благодаря усиленному эфинообразованию.

По данным [8] дрожжи *Kloeckera Hanseniaspora* обладают пектиназной, протеазной, редуктазной, амилазной и глюконазой активностью. Так же они играют важную роль в синтезе летучих соединений, которые придают вину благородные оттенки запахов. Можно предположить, что род дрожжей *Kloeckera Hanseniaspora* можно использовать в практике виноделия в качестве осветляющего препарата, а так же для придания вину медовых и цветочных тонов.

Род *Saccharomyces* – клетки овальные или круглые, иногда удлиненные. Колонии белого цвета, гладкие, блестящие (см. табл. 1). Род дрожжей *Saccharomyces* сбраживают преимущественно глюкозу, мальтозу, менее сахарозу (см. табл. 2).

Известно [7], что дрожжи рода *Saccharomyces* с давних времен распространены в кустарном виноделии и широко используются в разных отраслях бродильной промышленности, в связи с чем, они более всех других дрожжей изучены в разных аспектах. Их систематика, однако, многократно пересматривалась. Центральный вид – *Saccharomyces cerevisiae* известен в десятках синонимов, которые в настоящее время рассматриваются как производственные расы, но не самостоятельные виды.

Закключение.

В результате проведенных исследований было установлено, что род дрожжей *Saccharomycodes* сбраживают глюкозу, но не сбраживают сахарозу. Роль этих дрожжей в ферментации яблочного сока требует дополнительного изучения. Род *Saccharomyces* сбраживают большую часть сахаров. Газообразование интенсивное, следовательно, скорость сбраживания сахаров выше. Род дрожжей *Kloeckera Hanseniaspora* может быть ответственным за осветление получаемого винома- териала, за счет проявления ферментативной активности в отношении полисахаридов.

Список литературы:

1. Могилянский Н.К. Плодовое и ягодное виноделие. М.: Пищепроиздат, 1954. 178 с.
2. Юрченко Л. А. Биохимия яблочного виноделия. Мн.: Наука и техника, 1983. 166 с.
3. Могилянский Н.К. Производство сидра. М.:Пищепромиздат, 1954. 60 с.
4. Вечер А. С., Юрченко Л. А. Сидры и яблочные игристые вина /Химия и технология К.: Пищевая промышленность, 1976. 137 с.
5. Саришвили Н.Г., Рейтблат Б.Б. Микробиологические основы технологии шампанизации вина М.: Пищепроиздат, 2000. 359 с.
6. Руденко Е.Ю. Изучение чистой культуры микроорганизмов // Лабораторный практикум. Самарский государственный технический университет. Самара, 2006.
7. Бабьева И.П., Чернов И.Ю.. Биология дрожжей – М.: Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, 2004. 182 с.
8. N. P. Jolly, O. P. H. Augustyn, and I. S. Pretorius. The role and use of non-saccharomyces yeasts in wine production // South African Journal of Enology and Viticulture, vol. 27, no. 1, pp. 15 – 38, 2006.

УДК 664.38

**ВЛИЯНИЕ БЕЛКОВОГО ПРЕПАРАТА ИЗ СЕМЯН ЛЮПИНА
УЗКОЛИСТНОГО НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНО-
МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ****Л.А. Забодалова, Л.М. Кузнецова, А.А. Киябаева**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

zabodalova@gmail.com

За последние годы в России уровень потребления белка, особенно животного происхождения, существенно снизился, что не могло не сказаться на состоянии здоровья населения. Улучшить существующее положение можно путём обогащения пищевого рациона белком зернобобовых культур и в частности, белком семян люпина [1].

В сельскохозяйственном производстве России используются четыре вида люпина: желтый узколистный, белый и многолистный. Каждый вид люпина – это практически обособленная культура со своими биологическими особенностями и ареалом распространения [2]. По способности синтезировать и накапливать белок люпин находится на втором месте после сои, благодаря чему его можно рассматривать как перспективный источник в производстве функциональных продуктов питания. При этом белок люпина выгодно отличается от белка сои тем, что практически не содержит ингибиторов протеаз и не вызывает аллергических реакций [1]. Продукты переработки семян люпина имеют высокую биологическую ценность и могут быть использованы в качестве добавки для создания рецептур новых видов пищевых продуктов [3].

Целью работы являлся анализ органолептических и структурно-механических характеристик кисломолочных продуктов, выработанных из цельного и обезжиренного молока с добавлением препарата белков из семян люпина узколистного.

Использованный в исследованиях препарат белков люпина был получен в отделе производства пищевых растительных белков и биотехнологии ГНУ ВНИИЖ и имел следующие характеристики: содержание сырого протеина $56,04 \pm 1,10\%$ на с.в., сырого жира $10 \pm 1\%$ на с.в., влагоудерживающая способность $317 \pm 15\%$, жирудерживающая способность $409 \pm 5\%$ [4].

Кисломолочные продукты были получены с добавлением 0,3%, 1% и 2% белкового препарата, с целью выявления оптимальной дозы внесения были изучены органолептические, структурно-механические показатели и пищевая ценность целевого продукта.

Сухое обезжиренное молоко, восстановленное до массовой доли белка 3% в соответствии с ТТИ ГОСТ Р 52090-00, цельное молоко, произведенное по ГОСТ Р 52054-2003 с массовой долей белка $2,8 \pm 0,2\%$, жира $3,6 \pm 0,1\%$, пастеризовали при $(92 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой 5 мин, вносили белковый препарат и сквашивали йогуртной закваской. В течение 6 часов смесь термостатировали до образования сгустка с хорошо сформированной структурой и достижения требуемых значений титруемой кислотности. За 6 часов сквашивания обезжиренного молока кислотность достигла значения 85°T для контрольного образца и $75-85^\circ\text{T}$ для образцов с белковой добавкой. Внесение добавки в различном количестве незначительно повлияло на процесс кислотонакопления за исследуемый период времени. За 6 часов сквашивания образцов на цельном молоке кислотность достигла значения 100°T для контрольного образца и $110-125^\circ\text{T}$ для образцов с белковой добавкой. В данном случае внесение добавки ускорило процесс ферментации. Профилограммы вкуса, запаха, консистенции и цвета продуктов представлены на рис. 1.

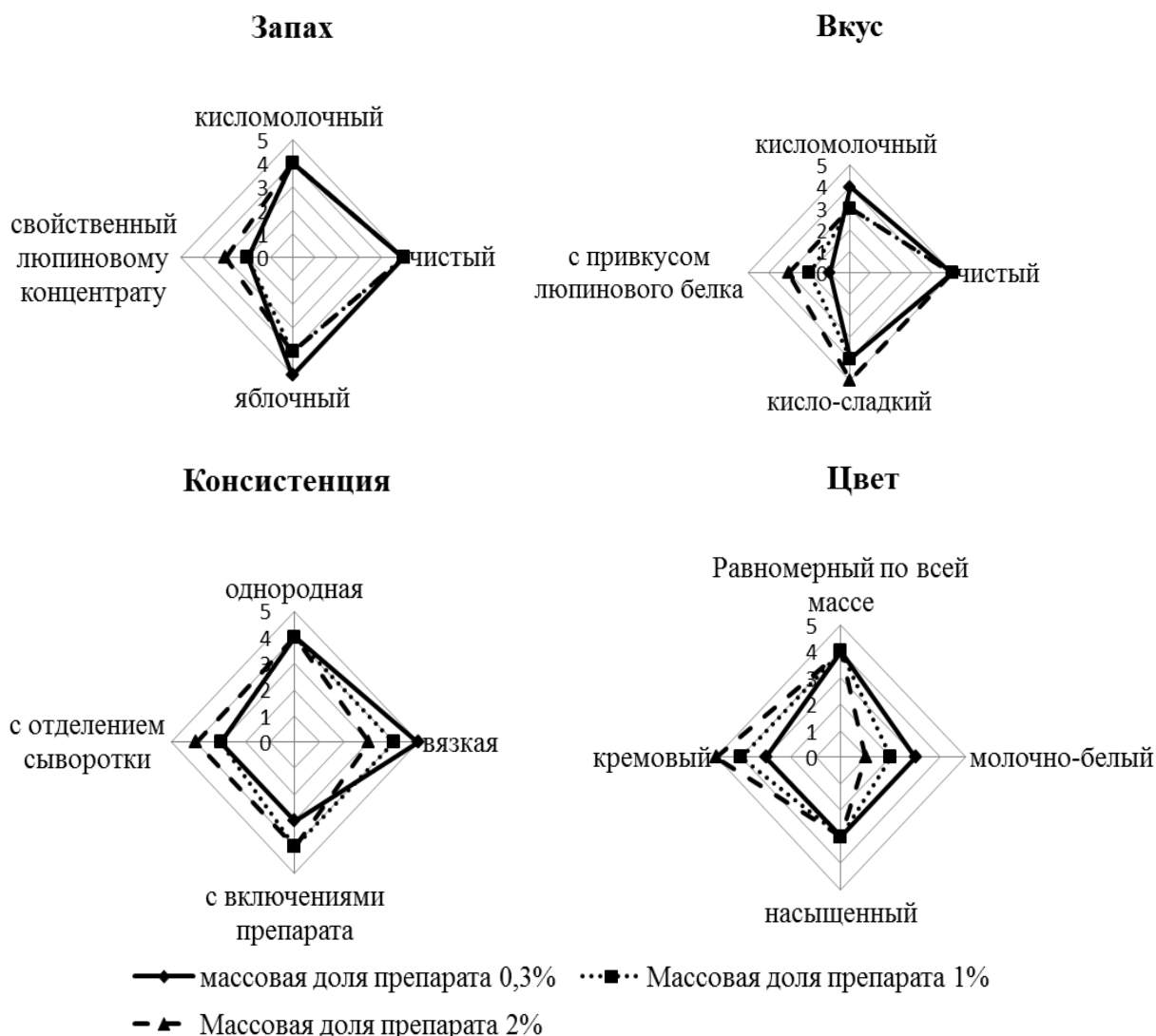


Рис. 1. Профилограммы органолептических показателей кисломолочных продуктов с различной дозой белкового препарата из семян люпина

Полученные сгустки были плотными и имели выраженный кисломолочный вкус и запах. При внесении препарата в количестве более 1% наблюдается легкий бобовый привкус, продукт приобретал кремовый оттенок.

Исследована влагоудерживающая способность сгустков. Лучшее отделение сыворотки наблюдается у контрольных образцов. Введение белковой добавки в возрастающем количестве приводит к уменьшению синергетических свойств у образцов за счет увеличения содержания белкового компонента в конечном продукте. В случае использования цельного молока в качестве сырья для выработки обогащенного йогурта наблюдается меньшее отделение сыворотки, чем в случае использования обезжиренного молока. На уменьшение синергетических свойств влияет присутствие жировой фракции в цельном молоке, а также наличие у белковой добавки как влагоудерживающей, так и жиродерживающей способности.

На основании данных, полученных на ротационном вискозиметре «РЕОТЕСТ» при градиенте скорости сдвига $13,5 \text{ с}^{-1}$, рассчитаны показатели, позволяющие проследить поведение системы в условиях деформирования: коэффициент потерь вязкости Π_η , устойчивость структуры к разрушению (КМС – коэффициент механической стабильности) и степень восстанавливаемости структуры V_η (табл. 1).

Структурно-механические показатели кисломолочных продуктов с различным содержанием препарата белков люпина в своем составе

Массовая доля препарата, %	Показатели			
	П _η , %	КМС	В _η , %	Относительная степень разрушения структуры
0 (контроль на ОМ)	54,9±1,4	2,20±0,15	70,1±3,1	0,306
1,0	54,9±1,1	2,20±0,60	60,0±3,6	0,306
2,0	61,5±2,3	2,60±0,40	57,7±3,1	0,362
0 (контроль на ЦМ)	19,9±1,3	1,30±0,14	86,6±3,3	0,173
1,0	23,1±1,1	1,30±0,50	84,0±3,1	0,179
2,0	28,5±2,1	1,40±0,32	78,1±3,1	0,192

Использование белковой добавки в количестве до 1% не оказывает негативного влияния на структурно-механические показатели продукта, выработанного как на обезжиренном, так и на цельном молоке: коэффициент механической стабильности систем остается постоянным, наблюдаются небольшие потери вязкости сгустков, полученных на цельном молоке. Однако в обоих случаях падает способность сгустков к тиксотропному восстановлению, что обусловлено присутствием в системе дисперсной фазы, способной образовывать прочные контакты, склонные разрушаться необратимо. Увеличение массовой доли белковой добавки до 2% в составе продукта приводит к большим потерям вязкости по сравнению с контрольным образцом, в сгустках снижается способность к восстановлению структуры.

По отношению к контролю в сгустках на обезжиренном молоке коэффициент механической стабильности увеличился в 1,18 раза, степень восстанавливаемости структуры уменьшилась на 12,4 %; в сгустках на цельном молоке коэффициент механической стабильности увеличился в 1,12 раза, степень восстанавливаемости структуры уменьшилась на 8,5 %.

На основании проведенной серии экспериментов можно сделать вывод, что оптимальным является использование белкового препарата из семян люпина в количестве до 1%. Применение препарата белков люпина в качестве белкового обогатителя полножирного молочного сырья позволяет добиться меньшей степени разрушения структуры продукта и большей степени восстанавливаемости структуры, чем в качестве обогатителя обезжиренного молочного сырья.

Присутствие препарата белков люпина в количестве 1% в опытных образцах кисломолочных продуктов на обезжиренном молоке повышает содержание белков до 3,6 г/100 г продукта, жиров до 0,3 г/100 г, углеводов до 4,75 г/100 г продукта, в том числе клетчатки до 0,05 г/100 г продукта, что удовлетворяет суточную потребность человека на 1,6 %, обогащает рацион клетчаткой и повышает энергетическую ценность обезжиренного йогурта на 18%. В случае использования цельного молока повышается содержание белков до 3,6 г/100 г продукта, жиров до 3,8 г/100 г, углеводов до 4,75 г/100 г продукта, в том числе клетчатки до 0,05 г/100 г продукта, что удовлетворяет суточную потребность человека на 3,1 %, обогащает рацион клетчаткой и повышает энергетическую ценность традиционного йогурта на 9,2%.

Результаты исследований влияния препарата белков люпина на органолептические и структурно-механические показатели, что использование добавки в количестве до 1% в целом не ухудшает изучаемые характеристики. Увеличение доли препарата в ферментируемой смеси приводит к ухудшению реологических свойств сгустков, однако данный факт не ограничивает возможность его использования для повышения пищевой и биологической ценности целевого продукта.

Список литературы:

1. Король В.Ф., Лахмоткина Г.Н. Люпиновый сывороточный продукт // Молочная промышленность. 2011. №10. С. 60–61.
2. Красильников В.Н., Доморощенкова М.Л. Перспективы использования белков из семян люпина узколистного // Пищевая промышленность. 2010. №2. С. 40–41.

3. Антипова Л.В., Богатырева Ж.И. Люпин – источник полноценных белков для мясной промышленности // Успехи современного естествознания. 2008. № 6 С. 132 – 133.

4. Забодалова Л.А., Кузнецова Л.М., Киябаева А.А. Применение белкового препарата люпина, полученного много субстратной биоконверсией исходного сырья, в технологии ферментированных молочных продуктов // Известия ВУЗов. Пищевая технология. №2 – 3. 2013. С. 64 – 66.

УДК 637.07 / 637.04

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН, ОБОГАЩЕННЫХ КАЛЬЦИЕМ И КЛЮКВОЙ, ПРИ РАЗРАБОТКЕ РЕЦЕПТУР КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

А.С. Кольмайер, Л.А. Силантьева

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

lika-brain@mail.ru

В настоящее время особой популярностью пользуются кисломолочные продукты с растительными наполнителями, которые обладают лечебно-профилактическими свойствами. Среди этих продуктов особый интерес представляют кисломолочные продукты, обогащенные пищевыми волокнами. Они способствуют регуляции деятельности желудочно-кишечного тракта, а также выведению холестерина из организма человека.

Настоящая научная работа посвящена изучению возможности использования пищевой добавки, в состав которой входят пшеничные отруби, обогащенные кальцием и клюквой, при производстве кисломолочных продуктов. Для сквашивания молочной смеси использовалась йогуртная закваска.

В задачи исследования входило:

- исследование динамики кислотонакопления при сквашивании молочной смеси в зависимости от дозы вносимой добавки;
- определение влагоудерживающей способности молочных сгустков в зависимости от дозы вносимой добавки;
- органолептические исследования полученных образцов кисломолочных продуктов с различной дозой добавки.

Для получения исходных образцов молочной смеси обезжиренное молоко пастеризовали при $T=90-92$ °С в течение 2-3 секунд, охлаждали до температуры 35°С, затем вносили расчетное количество добавки, содержащей пшеничные отруби, обогащенные кальцием и клюквой. Смесь выдерживали при данной температуре в течение часа для набухания сухого компонента. Затем смесь нагревали до 42°С и вносили закваску. Молочную смесь термостатировали при температуре 42°С и через каждый час определяли титруемую кислотность и рН. Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Динамика кислотонакопления при сквашивании образцов

Время, час	Контрольная проба		Массовая доля добавки 4%		Массовая доля добавки 6%		Массовая доля добавки 8%	
	Кислотность °Т	рН	Кислотность °Т	рН	Кислотность °Т	рН	Кислотность °Т	рН
0	20	6,7	22	6,6	24	6,6	26	6,5
1	28	6,5	30	6,5	31	6,5	31	6,5
2	40	5,8	43	5,7	44	5,6	40	5,8
3	63	5,1	66	5,0	68	4,9	59	5,3
4	82	4,3	86	4,4	88	4,5	70	4,5
5	91	4,1	94	4,1	96	3,9	87	4,4

Как видно из данных табл.1, внесение в молоко 4 и 6 % добавки не оказывало заметного влияния на динамику кислотообразования при сквашивании образцов, однако при добавлении ее в количестве 8% активность кислотообразования снижалась.

При исследовании влагоудерживающей способности сгустков с различной массовой долей добавки было установлено, что с ее увеличением до 6% количество отделившейся сыворотки при центрифугировании образцов в течение 5 минут снижалось. При внесении 8% добавки наблюдалось незначительное отделение сыворотки.

Таблица 2

Исследование органолептических показателей образцов

Образец	Вкус и запах	Цвет сгустка	Консистенция
Контрольная проба	Чистый, кисломолочный	Белый	Однородная, плотный сгусток, без отделения сыворотки
Массовая доля добавки 4%	Кисломолочный, с незначительным привкусом добавки	Белый с легким розовым оттенком	Однородная, плотный сгусток, без отделения сыворотки
Массовая доля добавки 6%	Кисломолочный, с привкусом добавки	Розовый	Однородная, плотный сгусток, без отделения сыворотки
Массовая доля добавки 8%	Кисломолочный, с явным привкусом добавки	Ярко-розовый	Сгусток с незначительным отделением сыворотки

На основании проведенных исследований был сделан вывод, что наиболее приемлемым для производства кисломолочного продукта является образец с массовой долей добавки, содержащей пшеничные отруби, обогащенные кальцием и клюквой, 4 - 6%.

Список литературы:

1. Непомнящая И.С., Силантьева Л.А.. Кисломолочные продукты с пищевыми волокнами// Переработка молока. июнь 2007. С.44 – 45.
2. Кольмайер А.С., Силантьева Л.А.. Использование пищевых волокон для обогащения мягких сыров. Сборник тезисов докладов и трудов II Всероссийского конгресса молодых ученых. 2013. С.61 – 62.
3. Перспективы концепции "Функциональное питание" в России: общие и избранные разделы проблемы // Фарматека. 2006. № 1. С.41 – 47

УДК 668. 64

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В НАПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ОТЛОЖЕННОЙ ВЫПЕЧКИ

А.Н. Андреев, В.И. Лунин

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

andreevanatoly@yandex.ru

В хлебопекарной промышленности в целях сохранения свежести продукции к моменту реализации применяется искусственный холод в виде [1]:

- охлаждения полуфабрикатов хлебопекарного производства для замедления процесса брожения, для продажи в торговой сети и др.;
- замораживания теста в виде куска разной массы для кратковременного хранения и последующей реализации в торговой сети;
- замораживания сформованных тестовых полуфабрикатов на разной стадии приготовления теста (после формования, после частичной расстойки), для хранения и выпечки;
- замораживания частично или полностью выпеченных изделий;
- использования холода в отдельных машинах и технологических линиях для поддержания определенной температуры тестовой заготовки на стадии тестоприготовления.

Известны технологии замораживания сформованных тестовых полуфабрикатов на разной стадии приготовления теста. Одной из проблем существующих технологий приготовления является снижение качества конечного продукта, в результате ухудшения биотехнологических свойств дрожжей [2].

Поэтому перспективным способом производства хлебобулочных изделий на основе быстрозамороженных полуфабрикатов является замораживание тестовых заготовок после частичной выпечки, которое зародилось в 30-е годы в США [3,4].

Первоначальная идея заключалась в том, чтобы замораживать полностью выпеченные хлеба и сдобу и в таком виде предоставлять продукты потребителям. Со временем, в виду большей занятости женской части населения, этот путь развития бизнеса постепенно утратил актуальность и начали зарождаться новые, перспективные направления: производство замороженных тестовых полуфабрикатов и, впоследствии, частично выпеченного хлеба. Эти новые технологии позволили, в условиях низкой квалификации пекарей, наладить стабильное качество на конечных пунктах выпечки. На рис.1 и в табл.1 можно увидеть эволюцию хлебопечения в Европе, на примере Франции [4].

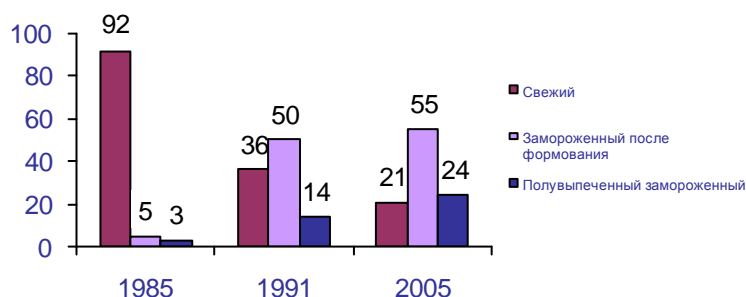


Рис. 1 Эволюция индустриального хлебопечения во Франции

Эволюция развития технологии отложенной выпечки хлеба во Франции

Тип изделий	Эволюция практической деятельности 1985 -1991	Эволюция практической деятельности 1991 - 2005
Свежий хлеб	-61%	-42%
Полуфабрикат, замороженный после формования	+900%	+10%
Полувывпеченный замороженный полуфабрикат	+370%	+71%

На сегодня такие страны Европы, как Франция и Германия, являются наиболее передовыми в развитии технологии отложенной выпечки хлеба. [5]

Технология частичной выпечки возникла случайно. Ее появлением мы обязаны Жозефу Грегору (Joseph Gregor) - пекарю с Эвон Парк, из штата Флорида, который являлся пожарным-добровольцем. Однажды, во время очередного рабочего дня, через несколько минут после того, как он поставил хлеба в печь, раздался звук пожарной сирены. Жозеф Грегор быстро вынул противни с частично выпеченным хлебом. После того, как пожар был потушен, Жозеф Грегор вернулся в пекарню и решил допечь оставленные им хлеба. Хлебопёк был приятно удивлен результатом. И поэтому решил усовершенствовать технологию выпекания, названную позже «pop over rolls». Некоторое время спустя, представитель мукомольного предприятия General Mills, услышав об этом случае, отвез образец продукции в центральную лабораторию компании. General Mills купила маленькую пекарню и запатентовала новый метод выпекания хлеба, который появился в США в ноябре 1949 года под названием «Brown'n Serve» –«подрумьянить и подать». Коммерческий успех не заставил себя долго ждать. В Европе данный метод появился в 1950.

В России технология отложенной выпечки впервые зародилась в начале 90-х годов 20 века. С тех пор рынок хлебобулочных изделий постоянно видоизменяется. На сегодняшний день объём рынка российского хлебопечения составляет порядка 8,8-9,2 млн. тонн (5% от мирового производства хлеба), из них около 70-80 тысячи тонн составляет рынок различных полуфабрикатов, изготовленных по технологии отложенной выпечки (Рис.2). Рынок тестовых полуфабрикатов, изготовленных по технологии отложенной выпечки, в том числе частично выпеченного хлеба, растёт ежегодно на 20-25%.

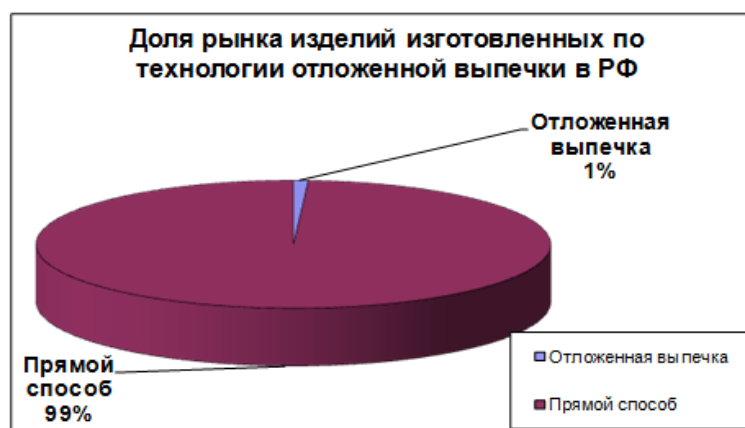


Рис.2. Доля рынка тестовых полуфабрикатов, изготовленных по технологии отложенной выпечки

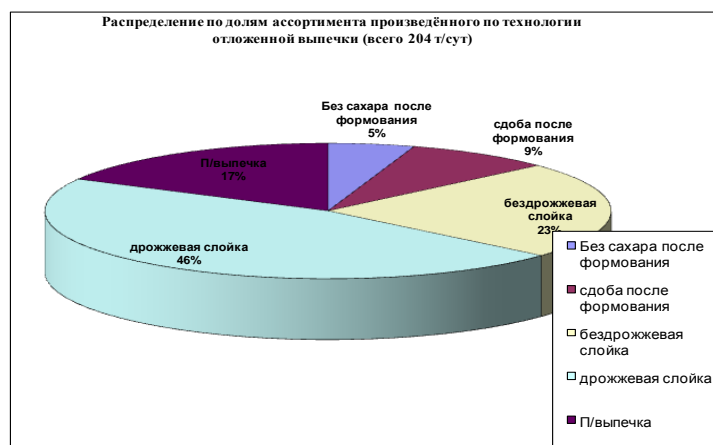


Рис.3. Распределение по долям ассортимента, произведенного по технологии отложенной выпечки

В России основную долю рынка занимают слоеные дрожжевые и бездрожжевые изделия. Значительный прирост общих объемов производства за последние 3 года произошёл за счёт ввода новой категории – частично выпеченных полуфабрикатов (рис.3).

Развитие технологии отложенной выпечки будет зависеть от перспектив развития рынка HoReCa (поставка булочек в рестораны, гостиницы, кафе) и перехода сетей на формат неполного производственного цикла (пример сеть «МЕТРО»). Такой динамичный рост можно связать с различными факторами, это и развитие рынка HoReCa и рынка сетевых хлебных бутиков. Но, основным двигателем в данном направлении выступает сетевой ритейл. На начало 2013 года на пекарни при сетевом ритейле приходилось порядка 3,5-4% от всего производимого хлеба в России, причём рост в данном сегменте существенно является исключительным. По прогнозам экспертов пекарни при ритейле к 2017 году могут производить порядка 7% от всего производства в России (рис.4).

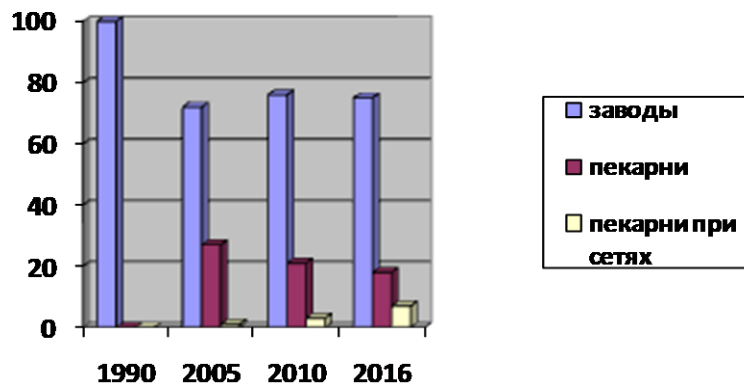


Рис.4. Развитие хлебопекарной отрасли в России

Что следует отметить, важным событием является переход пекарен при сетях на неполный производственный цикл. В России уже открыто несколько крупных производственных площадок от сетевого ритейла. На этих площадках выпекаются тестовые полуфабрикаты по технологии отложенной выпечки для удовлетворения собственных потребностей. Т.е. на одной большой производственной базе выпускается большой объём тестовых полуфабрикатов, которые затем поступают в собственную сеть и там окончательно приготавливаются.

Таким образом технология частичной выпечки будет активно развиваться в России следующие 5-7 лет. Основными факторами роста рынка будут крупный ритейл и рынок HoReCa. В настоящее время на кафедре пищевой биотехнологии из растительного сырья совместно с ООО «САФ-НЕВА» проводятся исследования по направлению технологий отложенной выпечки

Список литературы:

1. Андреев А.Н. Современные технологии производства хлебобулочных изделий из замороженных тестовых полуфабрикатов. В кн. «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». Тез. докл. Международной научно-технической конференции. СПб. ГУНиПТ, 2003. С.1.
2. Андреев А.Н. Использование холода в ресурсосберегающих технологиях и оборудовании хлебопекарного производства. СПб., Вестник Международной Академии Холода (МАХ). 2011. С. 18 – 21
- 3 .Le Duff. Frozen French style bread and method of production. 1987.
4. Лунин В.И. Интересные факты о технологии частичной выпечки. Партнер.Кондитер. Хлебопек. 2008. № 8. С.35 – 36.
5. Giract, Bakery Intermediates, Supply/Demand EU25, USA. 2006., 2010., 2015 (Multiclient report).

УДК 664.665(083)

**БЕЗГЛЮТЕНОВЫЕ ПРОДУКТЫ – КАК
ОСНОВА ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ****В.В. Масалова, Н.П. Оботурова, А.Н. Гежина, Н.Д. Ким**

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

leravkan@rambler.ru

В последнее время все большее число людей становится сторонниками здорового питания. Полезная и разнообразная пища способна предотвратить развитие многих заболеваний. А успешное лечение уже возникших болезней тоже немислимо без полезных для организма продуктов. Под диетическими продуктами подразумевается только натуральная и полезная для здоровья пища, а под диетическим питанием – лечебное и профилактическое питание. Роль питания в здоровье человека огромна. Переоценить влияние здоровой пищи и сбалансированного питания на наш организм невозможно. С пищей мы получаем все самое необходимое для нормальной жизнедеятельности. Именно поэтому, в нашем питании должны постоянно присутствовать все основные компоненты питания: белки, жиры, углеводы, незаменимые аминокислоты, витамины, минеральные вещества и многое другое. Для этого необходимо следить за тем, чтобы питание было разнообразным и сбалансированным.

Употребление в пищу большого количества фруктов, овощей, круп, кисломолочных продуктов, цельнозерновых видов хлеба и диетических видов мяса – вот основной употребляемый в справочниках список здоровых продуктов питания. Однако с каждым годом увеличение числа людей, страдающих глютеновой аллергией, при которой потребление любого продукта с содержанием глютена представляет потенциальную опасность, дает почву для размышления медиков и технологов к расширению ассортимента здоровых продуктов питания не содержащих глютен.

Чувствительность к глютену – это аутоиммунное нарушение, означающее, что при употреблении пищи, содержащей глютен, иммунная система резко на это реагирует. В отличие от многих других видов аллергии, аллергия к глютену может вызвать серьёзное нарушение работы желудочно-кишечного тракта и нанести вред организму. Около 1% населения страдает аллергией к глютену. Если оставить её без внимания, это может привести к перманентным повреждениям системы пищеварения и нарушению питания. Тот факт, что с помощью безглютеновой диеты худеют, очищают организм от шлаков, борются с заболеваниями пищеварения и ожирением, у детей лечат аутизм и синдром гиперактивности - давно изученный и установленный факт. А ведь раньше избыточный вес и целиакия (глютеновая непереносимость) считались несовместимыми — у детей всегда был недостаток веса. Но сегодня ожирение при этой болезни у взрослых совсем не редкость. При целиакии нарушается всасывание некоторых важных аминокислот. Это основа, из которых строится белок. Когда их не хватает, молекула белка не достраивается до конца и идёт в переработку — из неё синтезируются жиры. Люди, страдающие целиакией, часто испытывают недостаток питательных веществ, как результат мальабсорбции – синдрома недостаточного всасывания. Даже если они употребляют продукты с достаточным количеством витаминов, минералов, протеинов и жиров, организм не усваивает их из-за иммунной реакции. А вот отказ от продуктов с клейковиной нормализует обмен веществ и снижает вес.

Список безглютеновых продуктов питания – это каши, хлебобулочные и макаронные изделия только из риса, кукурузы, гречки, картофеля, сои, бобовых, тапиоки и амаранта, фрукты, овощи, мясо, рыба, орехи, молоко, сыр, теф, содержащих большое количество незаменимых нутриентов, представленных в таблице 1.

Общий химический состав безглютеновых видов сырья

№ п/п	Наименование	Белок, г	Ненасыщенные ЖК, г	Насыщенные ЖК, г	Крахмал, г	Клетчатка, г	Пищевая ценность, Ккал
1	Арахис	26,3	40	6,3	5,7	8,1	552
2	Амарант	13,55	4,5	1,45	57,27	6,7	371
3	Гречка	13,6	2,079	0,72	70,2	2,8	353
4	Горох	20,5	0,11	0,039	44,9	11,2	298
5	Нут	20,1	4,05	0,627	43,2	9,9	309
6	Квиноа	14,12	-	0,706	52,22	7	368
7	Картофель	2	0,042	0,02	15	1,4	77
8	Фасоль	21	0,51	0,2	43,8	12,4	298
9	Чечевица	24	0,62	0,15	43,4	11,5	295
10	Соя	34,9	14,35	2,5	11,6	13,5	364
11	Сорго	11,3	2,23	0,457	-	6,3	339
12	Лен	18,29	36,2	3,66	-	27,3	534
13	Топинамбур	2,1	-	-	9,6	4,5	61
14	Просо	11,2	2,8	0,72	52,4	13,9	298
15	Овес	10	4,62	1,27	53,7	12	316
16	Рис	7,5	2,1	0,54	61,4	9,7	303
17	Кукуруза	2,2	0,919	0,325	9,3	0,5	58

Но для соблюдения безглютеновой диеты недостаточно исключить из своего меню хлеб, каши, кондитерские изделия и макароны из пшеницы, ржи, ячменя и овса. Многие продукты содержат «скрытый» глютен – часто используются как связующий элемент и стабилизатор в молочных продуктах (йогуртах, сырках, творожках), растворимом кофе и даже в кукурузных хлопьях, которые обычно врачи рекомендуют больным целиакией. Поскольку клейковина почти повсеместна, проще всего перейти на натуральное питание, а тот установленный факт, что безглютеновые продукты содержат больше клетчатки, чем аналогичные продукты с глютенем позволяет составить существенную конкуренцию всем известным ранее диетам.

Список литературы:

1. Алпатьева, Н.В. Пролаminy и целиакия / Н.В. Алпатьева, И.П. Гаврилюк, Н.А. Леонтьева, Л.С. Орешко и др. // Аграрная Россия. 2004. № 6. С. 42 – 47.
2. Барсукова Н.В., Красильников В.Н. Новые технологические подходы к созданию специализированных продуктов питания для безглютеновой диеты // Материалы V Российского Форума «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург-2010», 12-13 ноября 2010 г. СПб.: 2010. С. 7 – 8.
3. Ревнова, М.О. Целиакия - болезнь или образ жизни / М.О. Ревнова, И.Э.Романовская СПб., 2003. С.23 – 45.
4. Скальный А.В. Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии / А.В. Скальный и др. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. С.117.
5. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов/Под ред. И.М.Скурихина. – 20е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1987. С.360.
6. Адрес в интернете: <http://www.diagnos.ru/diseases/jekat/celiakia>

УДК. 663.8

ПРОИЗВОДСТВО КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СОКОВ МЕТОДОМ ВЫМОРАЖИВАНИЯ

Н.А. Матвеева, Т.Ю. Лакисова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

matveevanatalja2007@rambler.ru

Производство концентрированных соков получило широкое развитие во всём мире. Их не только восстанавливают в исходные соки, но и используют для получения купажированных соков, сокодержавших напитков, различных видов освежающих безалкогольных напитков, в кулинарии для изготовления желе, начинок, для подслащения вин, улучшения вкуса и ароматизации пищевых продуктов.

Из плодово-ягодных концентрированных соков с мякотью производят нектары, мармелад, кремы, мороженое, фруктовый йогурт.

Концентрированные соки обогащены легкоусвояемыми веществами углеводной и белковой природы, продуктами гидролиза некрахмалистых полисахаридов и биологически активными соединениями. Регулярное употребление соков благотворно влияет на организм: активизируется обмен веществ, витамины и минералы поступают в натуральном виде, улучшается работа желудочно-кишечного тракта, повышается иммунитет, снижается холестерин крови, адсорбируются токсины и тяжёлые металлы.

Концентрированные соки получают из натуральных путём удаления влаги с целью увеличения содержания растворимых сухих веществ. Удаление влаги производится несколькими методами: выпариванием, кристаллизацией (криоконцентрирование) или диффузией (обратный осмос).

В работе использовался метод кристаллизации – концентрирование вымораживанием. Он основан на охлаждении плодово-ягодных и овощных соков ниже 0°C, когда содержащаяся в них вода замерзает, образуя кристаллы льда. После отделения кристаллов льда остаётся концентрированный сок.

Эта технология позволяет произвести продукт наиболее высокого качества по сравнению с другими методами концентрирования.

Преимущества метода:

- по химическому составу и органолептическим свойствам близок к свежему исходному соку;
- имеет минимальные энергозатраты по сравнению с выпариванием;
- максимально сохраняются углеводы, ароматические вещества, витамины, микроэлементы, органические кислоты;
- возможна конечная концентрация сока до 55%.

Объектом исследования служили яблоки сорта «Антоновка». Исследованы физико-химические свойства используемого плодово-ягодного сырья.

Косточковые плоды и ягоды, в частности яблоки, содержат достаточно много исходных пектиновых веществ, что затрудняет и, следовательно, уменьшает выход сока из-за высокой вязкости. Вязкость ограничивает получение сока с более высокой концентрацией. В связи с этим, для снижения вязкости, увеличения выхода и осветления сока на стадии получения исходного сока из мезги перед кристаллизацией (метод вымораживания) использовали ферментные препараты пектолитического действия, устраняющие эти проблемы [1, 3].

На основании литературных источников выбран способ обработки мезги – горячая ферментация при температуре 50° С и соответствующие ферментные препараты с оптимальной температурой расщепления яблочной мезги 50° С фирмы «ERBSÖH»[1].

Получен исходный яблочный сок с массовой концентрацией экстракта 11,5%, который использован далее в технологии получения концентрированного сока методом вымораживания.

Наилучшие показатели по выходу сока и оптической плотности получены при обработке образцов яблочной мезги пектолитическим ферментным препаратом Фруктоцим МА концентрацией 0,03% от массы мезги. Наилучшие показатели по вязкости сока получены при обработке ферментным препаратом Фруктоцим МА концентрацией 0,06% от массы мезги.

Сравнение с контрольным образцом без применения ферментного препарата: – выход сока на 32% больше, вязкость – на 8% уменьшилась, оптическая плотность примерно в 4 раза меньше.

Температура, при которой происходит вымораживание, определяется составом раствора и концентрацией его компонентов. Температура, при которой вся влага продукта затвердевает, является максимальной температурой полного затвердения и служит нижним пределом при определении температурной зоны замораживания.

Кристаллизация начинается при достижении некоторого предельного условия, в нашем случае переохлаждения раствора, когда образуются центры кристаллизации в виде множества мелких кристаллов. Эта температура является температурой начала кристаллизации – криоскопической температурой.

Отфильтрованный сок, полученный из яблочной мезги, вымораживали в жидкостном криостате. Показания электронного термометра снимали каждую минуту, а в области криоскопической точки – через 20-30 секунд.

На основании результатов эксперимента построены термограммы замораживания яблочного сока, полученного из мезги, обработанного ферментным препаратом Фруктоцим МА концентрацией 0,03% и 0,06%.

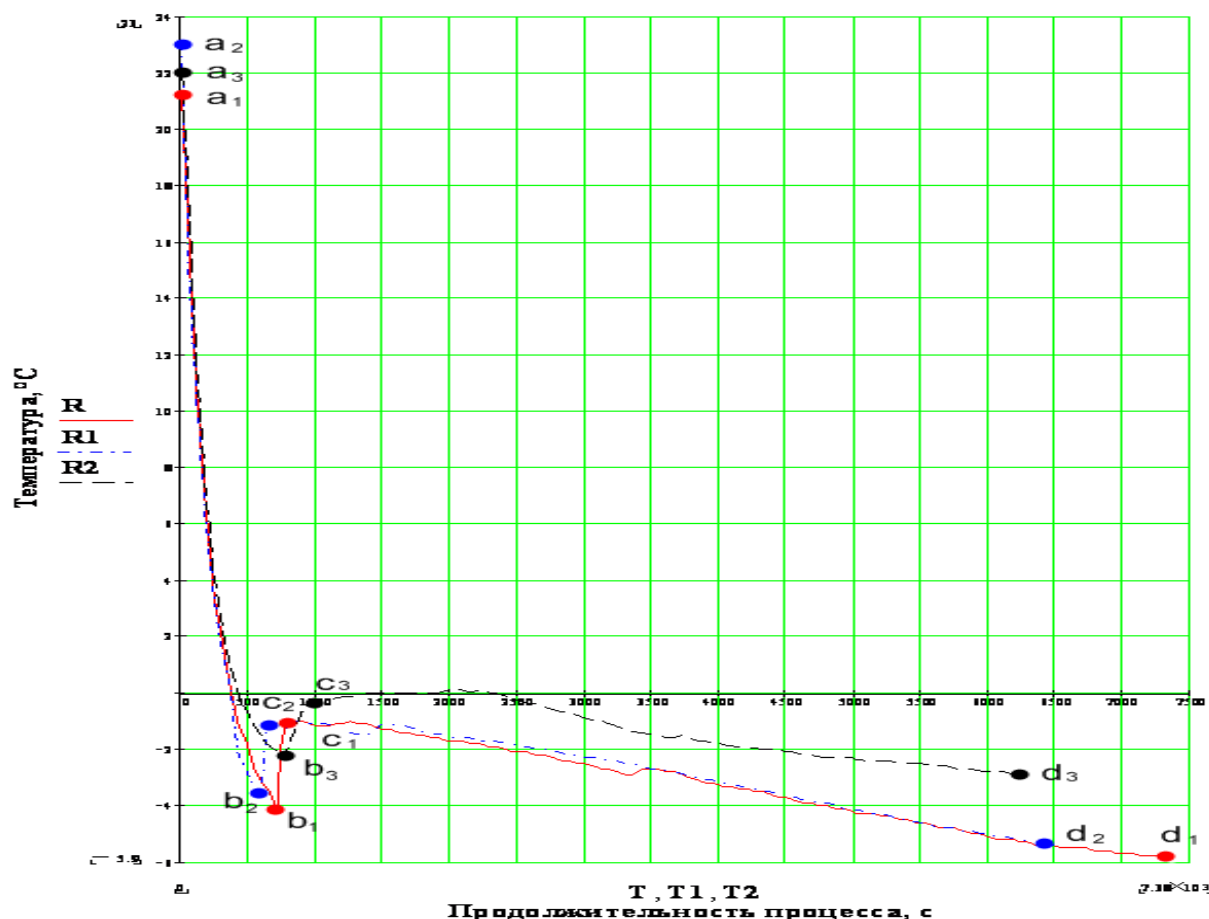


Рис.1. Термограмма замораживания яблочного сока,

- где: a1, a2, a3 – температура начала процесса охлаждения;
- b1, b2, b3 – криоскопическая точка, точка переохлаждения, начало кристаллизации;
- c1, c2, c3 – начало интенсивной кристаллизации льда;
- d1, d2, d3 – температура полного затвердения влаги;
- a1b1, a2b2, a3b3 – участок начального охлаждения сока до криоскопической точки;
- b1c1, b2c2, b3c3 – участок начала интенсивной кристаллизации;
- c1d1, c2d2, c3d3 – участок интенсивной кристаллизации влаги.

Значение температур в характерных точках приведены в таблице 1.

Таблица.1

Значение температур яблочного сока, в характерных точках

№	Характерные точки	Температура яблочного сока, °С		
		Контроль	Фруктоцим МА 0,03%	Фруктоцим МА 0,06%
1	a ₁ a ₂ a ₃	+21,2	+23,0	+22,0
2	b ₁ b ₂ b ₃	-4,2	-3,6	-1,8
3	c ₁ c ₂ c ₃	-1,3	-1,2	-0,1
4	d ₁ d ₂ d ₃	-5,9	-5,4	-2,9

В ходе исследования установлено:

1. Применение ферментных препаратов пектолитического действия при обработке яблочной мезги позволяет увеличить выход сока, снизить его вязкость, способствует осветлению.

2. Наиболее эффективным ферментным препаратом для обработки яблочной мезги явился препарат Фруктоцим МА пектолитического действия в оптимальной дозе 0,03% от массы мезги по выходу сока и 0,06% – по вязкости.

3. Применение ферментного препарата Фруктоцим МА повышает начальную температуру кристаллизации с (-) 4,2°С до (-) 3,6°С (доза Фруктоцима МА – 0,03%) и до (-) 1,8°С (доза Фруктоцима МА – 0,06%), что сокращает энергетические потери.

4. Применение препарата Фруктоцим МА повышает конечную температуру кристаллизации с (-)5,9°С до (-)5,4°С (доза Фруктоцима МА – 0,03%) и до (-) 2,9°С (доза Фруктоцима МА – 0,06%).

5. Концентрация полученного сока при заданных условиях составляет 47,3% - 48,1%.

6. Применение ферментного препарата Фруктоцим МА (0,06%) сокращает продолжительность процесса кристаллизации методом вымораживания примерно на 10%.

Полученные результаты исследования могут быть использованы в технологии производства концентрированных соков.

Список литературы:

1. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки. Научные основы и технологии. СПб.: Профессия, 2004. 640 с.
2. Домарецкий В.А. Технология экстрактов, концентратов и напитков из растительного сырья: учеб. пособие. М.: Форум, 2007. 444 с.
3. Помозова В. А. Производство кваса и безалкогольных напитков: учеб.пособие. СПб.: ГИОРД. 2006. 192 с.
4. Зуев Е. Т. Функциональные напитки: их место в концепции здорового питания / Пищевая промышленность. 2004. №7. с. 50 – 54.

УДК. 663.8

ПОЛУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ ЦИТРУСОВЫХ

Н.А. Матвеева, А.В. Сорокин, А.В. Худошина

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

matveevanatalja2007@rambler.ru

Безалкогольный рынок напитков и соков один из самых динамично развивающихся и перспективных сегментов мирового рынка напитков.

Основная тенденция развития – это производство напитков функционального назначения.

Функциональные продукты оказывают оздоровительное или профилактическое воздействие на организм. В группе функциональных пищевых продуктов напитки занимают особое место и пользуются большой популярностью у разных слоёв населения. Согласно структуре потребления в России 53% занимает сегмент рынка газированных безалкогольных напитков. Рынок функциональных напитков в нашей стране находится в стадии роста и, вследствие этого, весьма динамичен.

Наиболее популярными являются здоровые напитки (лечебно-профилактические), предназначенные для массового потребления. Эти напитки обогащены витаминами, минералами, пищевыми волокнами, которые способствуют предупреждению сердечнососудистых и желудочно-кишечных заболеваний, онкологических и других болезней. Из здоровых напитков наиболее известны напитки серии «АСЕ», получившие своё название по комплексу входящих в их состав витаминов: провитамин А (бета-каротин), С и Е. Витамины А, С и Е объединяет общее свойство – все они являются антиоксидантами, способными нейтрализовать в организме свободные радикалы, имеющие в своём составе атом кислорода с незамещённой валентностью, который возбуждает онкологические и другие заболевания. Концепция АСЕ-напитков оказалась столь успешной, что она переплетается с разработками других напитков, обогащённых витаминами группы В, пробиотическими пищевыми волокнами и минеральными веществами. Этот ряд не завершён и находится в стадии развития [5].

Для разработки рецептур напитков выбраны плоды лимона с мякотью, которые, благодаря своему химическому составу обладают лечебно-профилактическими свойствами.

Цитрусовые фрукты и приготовленные на их основе напитки являются богатым источником ценных питательных веществ, таких как: витамины, органические кислоты, пищевые волокна, минеральные вещества, антиоксиданты и содержат в своём составе витамины А, В1, В2, В3, В6, В9, С, Д, Е, и витамин Р (цитрин), характерный только для цитрусовых культур.

Лимон можно по праву назвать одним из самых полезных фруктов в мире, так как почти не существует заболеваний, при которых он не был бы эффективен. Одним из главных целебных составляющих лимона является лимонная кислота и её соли – цитраты, содержащиеся в костных тканях организма человека и препятствующие отложению кальциевых солей в мочевыводящих путях. Лимонная кислота способствует очищению организма от шлаков, улучшению деятельности пищеварительной системы, зрения, кровообращения, повышает иммунитет, блокирует отложение жиров в организме и является незаменимым средством при лечении верхних дыхательных путей. Кроме того, цитрусовые флавоноиды обладают антиканцерогенными и противоопухолевыми свойствами.

Новые технологии в области безалкогольных напитков связаны с созданием различных видов напитков комплексного состава [4].

В работе изучены свойства использованных фруктово-ягодных ингредиентов для разработки рецептур лимонного напитка.

На основании дегустационной оценки подобраны оптимальные соотношения компонентов и разработаны рецептуры напитков.

В настоящем исследовании проведена разработка рецептур напитков на основе измельчённого лимона и плодово-ягодных сиропов.

Целью работы явилась разработка технологии и технической документации для производства цитрусовых напитков с мякотью.

Подобран характер разрабатываемого напитка – это средне газированный сокодержательный освежающий лимонный напиток с мякотью. Его назначение – утолять жажду, повышать тонус организма, восстанавливать силы, возбуждать аппетит.

При составлении рецептов использованы следующие компоненты:

- плоды лимона из стран производителей: Аргентины, Боливии, Испании;
- плодово-ягодные сиропы;
- сахарный сироп (неинвертированный с массовой долей сухих веществ 67,9%);
- газированная вода (питьевая вода), искусственно насыщенная диоксидом углерода под давлением 0,35-0,45 Мпа).

Исследованы физико-химические и микробиологические показатели лимонов (табл.1).

Таблица 1.

Физико-химические показатели лимонов

№ Лимоны	Поперечный диаметр ± допустимые отклонения, мм	Влажность, %	Массовая концентрация экстракта в соке, %	Содержание общего экстракта в сырье, %	Массовая доля титруемых кислот в пересчете на лимонную кислоту, г/л
1. Боливия	60±10	86	7,0	7,6	43,0
2. Аргентина	56 ± 10	85	6,4	8,0	42,1
3. Испания	68 ± 10	87	7,6	8,0	40,2

В результате установлено, что наиболее контаминированными являются лимоны из Аргентины, крупнейшего производителя и поставщика лимонов в мире, и поэтому в подборе рецептов использовали именно эти плоды, предварительно обработанные водопроводной водой и ультрафиолетовыми лучами (УФ-лучи), обеспечивающими практически полное отсутствие микроорганизмов и плесневых грибов, и соответствующих требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

Применяли плодово-ягодные сиропы 5-и образцов: клюквенный, малиновый, черничный, яблочный, клубничный.

На основании дегустационной оценки подобраны оптимальные соотношения ингредиентов лимонного напитка. Составленные напитки оценивали по 3-х бальной системе по 5-ти показателям: цвет, острота вкуса, горечь, сладость, полнота вкуса. Построены сенсорные профили напитков.

На основании изучения сенсорных профилей установлено:

- лимонный напиток с яблочным, клубничным и черничным сиропами имеют негармоничный вкус и цвет и не рекомендованы к разработке рецептов напитков.
- лимонный напиток без ягодного сиропа, с клюквенным и малиновым сиропами имеют гармоничный вкус и цвет и рекомендованы к употреблению.

Физико-химические свойства готовых напитков представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Физико-химические показатели готовых напитков

Напиток	Массовая концентрация экстракта напитка, %	Объемная доля лимонного пюре (не менее), %	рН напитка	Массовая доля мякоти, % не более	Массовая доля титруемых кислот в пересчете на яблочную, г/л
Без ягодного сиропа	9,4	12	3,8	34	3,5
С клюквенным сиропом	14,5	12	3,4	34	5,1
С малиновым сиропом	13	12	3,5	34	4,5

Определён характер выбранных напитков.

Группа напитков:

- сокосодержащие напитки.

Тип напитков (по степени насыщения диоксидом углерода (CO₂):

- среднегазированные (массовая доля CO₂ 0,35 – 0,4%):

1. Лимонный напиток без ягодного сиропа соответствует цвету плодов, из которого изготовлен.

Цвет – бледно-жёлтый, прозрачность – не прозрачный, со взвешенными частицами лимона размером 2 мм, насыщенность углекислотой – обильное продолжительное выделение газа. Вкус и аромат – прекрасно выраженный вкус и аромат лимона.

2. Лимонный напиток с клюквенным сиропом соответствует цвету ягодного сиропа. Цвет – светло-красный. Прозрачность – не прозрачный,

содержит взвешенные частицы лимона. Насыщенность углекислотой – обильное продолжительное выделение газа. Вкус и аромат – хорошо выражены, вкус и аромат клюквенного сиропа

3. Лимонный напиток с малиновым сиропом соответствует цвету используемого сиропа.

Цвет – тёмно-красный.

Прозрачность – не прозрачный со взвешенными частицами лимона.

Насыщенность углекислотой – обильное продолжительное выделение газа.

Вкус и аромат хорошо выражены. Вкус и аромат малинового сиропа.

Разработана принципиальная технологическая схема приготовления безалкогольных газированных сокосодержащих напитков на основе лимона с мякотью.

Полученный сокосодержащий лимонный напиток соответствует требованиям настоящих технических условий по органолептическим, физико-химическим показателям, по содержанию токсичных элементов и микробиологическим показателям.

Список литературы:

1. Ф.Р.Эшхерст, Р.Харгитт перевод с англ., Практические рекомендации производителям безалкогольных напитков и соков. СПб.: Профессия, 2010. 215 с.

2. СанПиН 2.3.2.1078-01/ Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.

3. Никитина Е.В. Микробиология. СПб: Гиорд, 2009. 360 с.

4. Клив де В. Блекберн, Микробиологическая порча пищевых продуктов. СПб.: Профессия, 2008. 781 с.

5. Инструкция № 13-5-02/0536 по применению ультрафиолетового излучения при производстве, хранении и переработке сырья и продуктов животного происхождения. Министерство сельского хозяйства РФ 19 июля 2002 г.

УДК 664.64

**ЭКСПРЕССНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА СОДЕРЖАНИЯ
КЛЕЙКОВИНЫ В ПШЕНИЧНОЙ МУКЕ****В.А. Балюбаш, С.Е. Алёшичев, В.В. Назарова**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

sergspbcprf@rambler.ru

Пшеничная мука является одним из основных компонентов, используемых при выпечке хлеба, хлебобулочных изделий, производствепельменей и др. При выборе сорта применяемой муки определяющим параметром является содержание клейковины, которое в настоящее время определяется стандартным методом в соответствии с ГОСТ 27839-88 [1, 2]. Однако использование в стандартном методе ручных операций при отмывке клейковины требует значительных затрат времени, а также обуславливает увеличение погрешности измерений.

Для устранения отмеченных недостатков предлагается использовать способ, сущность которого основана на возрастании величины диэлектрической проницаемости муки, содержащей связанную воду, при повышении её температуры [3]. В пшеничной муке при содержании влаги до 15% вода прочно связана в виде второго мономолекулярного слоя, обуславливающего максимальную величину энергии связи воды. При этом количество белка клейковины является основным показателем влагопоглощения и, следовательно, белок клейковины и создает основную «конкуренцию» связывания свободной воды остальному составу муки в отмеченном уровне влажности, обосновывая тем самым наличие количественной зависимости между клейковиной и связанной ею водой [4].

При нагревании муки часть связанной воды переходит в свободное состояние и, учитывая, что диэлектрическая проницаемость свободной воды выше диэлектрической проницаемости воды связанной при дальнейшем повышении температуры муки клейковина начнет развязывать воду. Увеличение количества свободной воды в муке приводит к росту значения диэлектрической проницаемости муки, которое измеряется при достижении температуры муки значения +70 °С и по градуировочным измерениям можно определить количество клейковины по формуле (уравнению регрессии):

$$\eta = a_1 \cdot \varepsilon + a_0,$$

где η – количество клейковины в пшеничной муке, %; ε – диэлектрическая проницаемость пробы муки; a_1 и a_0 – коэффициенты уравнения регрессии. График полученной зависимости приведен на рис.1.

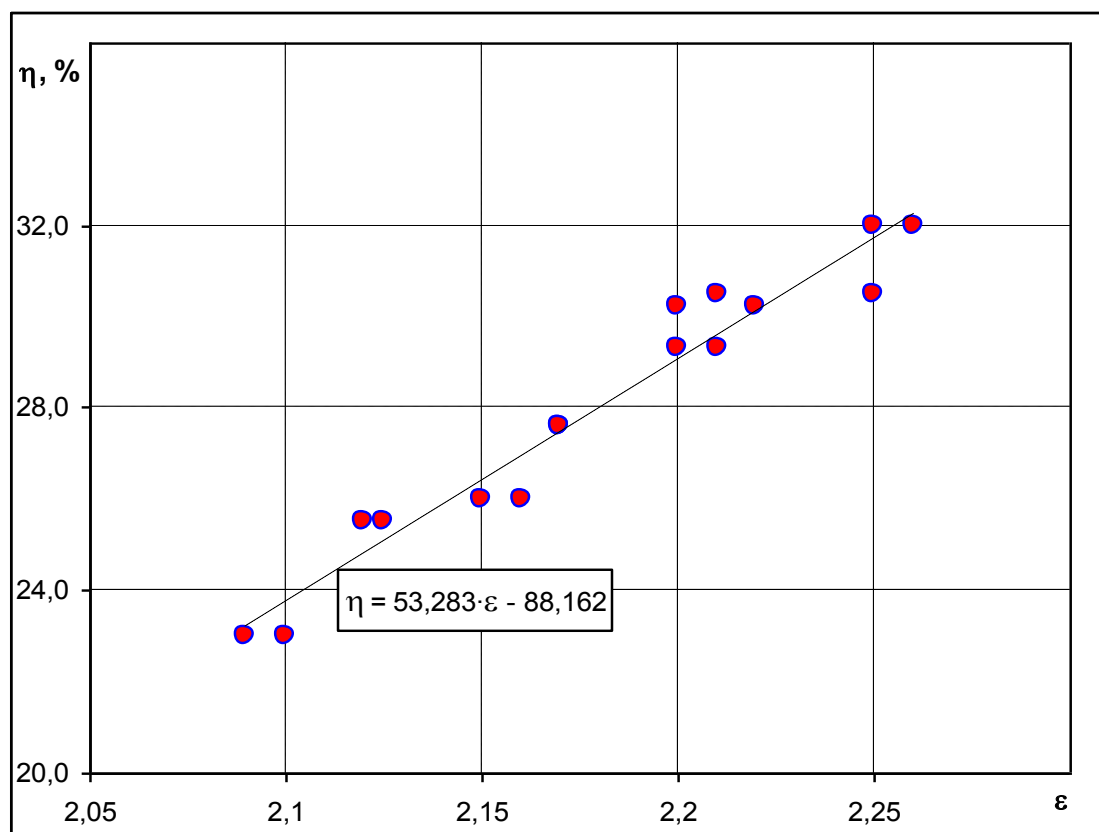


Рис. 1. График зависимости количества клейковины (η , %) от диэлектрической проницаемости пробы муки (ϵ)

Таким образом, предлагаемый способ дает возможность значительно (до трёх раз) сократить время анализа по сравнению со стандартным методом и исключить ошибки, обусловленные субъективными факторами при проведении анализа по стандартному методу связанные с отмыванием клейковины, что потенциально позволит снизить ошибку определения количества клейковины при приборной реализации предлагаемого способа.

Оценка качества определения количества клейковины в муке с помощью приведенного уравнения регрессии, проведенная по критерию Фишера, подтвердила адекватность полученного уравнения.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 52189-2003. Мука пшеничная. Общие технические условия.
2. ГОСТ 27839-88. Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины.
3. Думанский А.В. Лиофильность дисперсных сред. Киев: Издательство Академии наук Украинской ССР. 1960. С. 211.
4. Дакуорт Р.Б. Вода в пищевых продуктах (перевод с англ.). М.: Пищевая промышленность. – 1980. С. 375.

УДК 663.5

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДНО-ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ЗАМЕСОВ ИЗ ЭКСТРУДИРОВАННОЙ ПШЕНИЦЫ**М.А. Начетова, Н.В. Баракова**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

nachetova@gmail.com

Важной задачей настоящего времени для спиртовой отрасли является использование таких методов подготовки сырья, которые обеспечат значительное смягчение режимов варки, уменьшат потери сбраживаемых углеводов, снизят расходы тепло- и энергоресурсов, а также увеличат производительность установленного оборудования.

Метод механико-ферментативной обработки сырья позволяет снижать температуру его обработки до 100 °С [1], а увеличение степени механической деструкции сырья может привести к ещё большему смягчению режимов водно-тепловой обработки замесов.

Одним из перспективных способов деструкции сырья производства спирта может стать его экструзионная обработка. Экструзия - процесс, совмещающий термо-, гидро- и механохимическую обработку сырья с целью получения продуктов с новой структурой и свойствами [2].

Увеличение степени механической деструкции сырья создаёт условия для растворения крахмала при низких температурах, однако с увеличением удельной поверхности помола значительно возрастает вязкость замесов.

Повышение концентрации перерабатываемых сред является эффективным способом интенсификации производства спирта, однако также приводит к значительному увеличению вязкости замесов,

Эффективным способом снижения вязкости при переработке замесов является применение ферментных препаратов различного действия [3].

Цель настоящей работы – разработать способ интенсификации водно-тепловой обработки замесов из экструдированной пшеницы.

Для проведения экспериментов использовали фуражную пшеницу. Контрольный образец готовили из помола пшеницы с проходом частиц зерна через сито с отверстиями Ø 1 мм – 85%; опытный образец - из пшеницы, обработанной на экструдере при температуре 190 °С и измельченной до прохода частиц зерна через сито с отверстиями Ø 1 мм – 100 %. Для проведения ферментативной обработки замесов с гидромодулем 1:2,5 в исследуемые образцы вносили ферментный препарат α -амилазы Дистицим БА-Т Специали комплексный ферментный препарат целлюлазного и ксиланазного действия Дистицим GL.

Влияние экструзионной подготовки сырья и ферментных препаратов на вязкость высококонцентрированных замесов оценивали по динамике изменения эффективной вязкости замесов в зависимости от температуры. Эффективную вязкость замесов определяли на ротационном вискозиметре RHEONEST RN 4.1, ротор S1, скорости среза 100 с⁻¹.

Ранее было установлено, что для получения осахаренного суслу необходимо проводить гидролиз крахмала в сырье, в котором прошли процессы набухания и клейстеризации крахмала. Известно также, что при проведении водно-тепловой обработки замесов максимальная вязкость замеса наблюдается в точке клейстеризации крахмала зернового сырья [1].

Таким образом, по максимальной вязкости замеса можно определить температурный интервал клейстеризации крахмала экструдированной пшеницы и, следовательно, максимально низкую температуру водно-тепловой обработки замесов из экструдированной пшеницы.

Для проведения эксперимента замесы из экструдированной и предварительно необработанной пшеницы нагревали в диапазоне температур от 40 до 90 °С, в виду того, что в данном интервале температур лежит точка клейстеризации пшеничного крахмала. Скорость нагрева замесов составляла 1,5 °С в минуту.

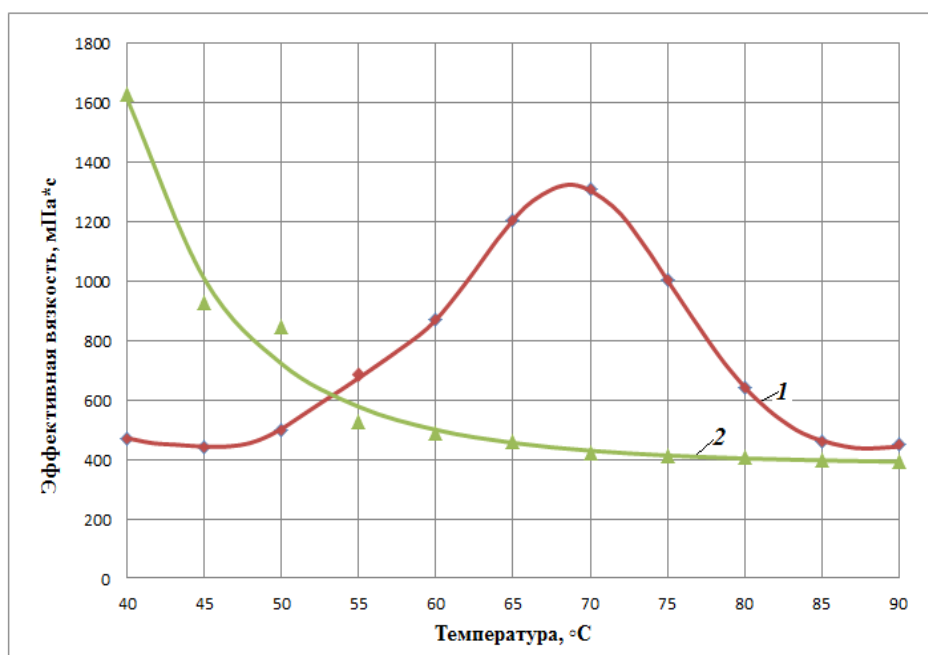


Рис. 1. Динамика изменения эффективной вязкости замесов из пшеницы различной степени деструкции: 1 - необработанная пшеница; 2 – экструдированная пшеница

Из рис. 1 видно, что вязкость замеса из помола пшеницы сначала повышается до максимальной (в точке клейстеризации), а затем снижается до определённого уровня.

Вязкость замеса из экструдированной пшеницы в начальный момент времени практически равна максимальной вязкости замеса из необработанной пшеницы, однако с повышением температуры она все время снижается. Это говорит о том, что в процессе экструзионной обработки крахмал сырья уже изменил свою структуру и прошел стадию клейстеризации.

Так как в процессе экструзионной обработки пшеницы произошла деструкция крахмальных полисахаридов, изменившая физико-химические свойства сырья, водно-тепловую обработку замесов из такого сырья можно проводить в диапазоне температур 40...90 °C с применением ферментных препаратов.

Для исследования влияния комплексного действия ферментных препаратов на вязкость высококонцентрированных замесов из экструдированной пшеницы, проведена серия экспериментов по приготовлению замесов с различной дозой внесения ферментных препаратов. Замесы нагревали со скоростью 1,5 °C/мин в интервале температур от 40 до 90 °C. Дозы внесения ферментных препаратов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Дозы внесения ферментных препаратов

№ п/п	Дозы внесения ферментных препаратов	
	Дистицим GL, мл/т сырья	ДистицимБА-ТСпециал, ед. АС/г крахмала
1	50	0,3
2	50	0,6
3	100	0,3
4	100	0,6

По результатам проведенных исследований получены математические зависимости эффективной вязкости замесов от температуры для различных доз внесения ферментных препаратов.

Определить оптимальную температуры проведения водно-тепловой обработки замесов можно по максимуму скорости снижения вязкости замесов, после достижения которого дальнейшее увеличение температуры не целесообразно. Графические результаты проведенных исследова-

ний представлены на рис. 2.

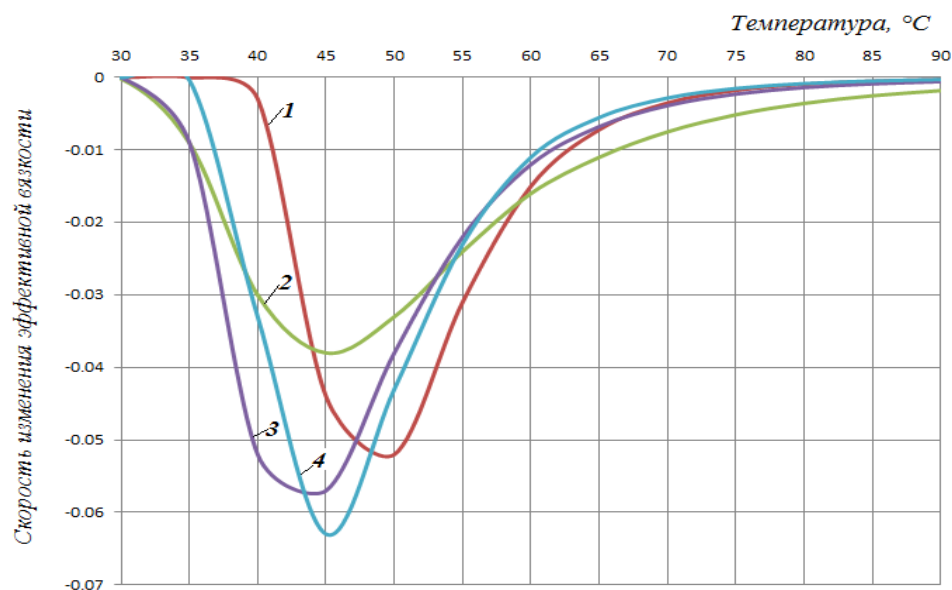


Рис. 2. Скорость изменения эффективной вязкости замесов в зависимости от температуры: 1 – Дистицим БА-Т Специал: 0,3 ед. АС/г крахмала, ДистицимGL: 50 мл/т; 2- Дистицим БА-Т Специал: 0,6 ед. АС/г крахмала, ДистицимGL: 50 мл/т; 3- Дистицим БА-Т Специал: 0,3 ед. АС/г крахмала, ДистицимGL: 100 мл/т; 4- ДистицимБА-ТСпециал: 0,6 ед. АС/г крахмала, ДистицимGL: 100 мл/т

В результате математической обработки данных установлено, что максимальная скорость снижения вязкости замесов соответствует температуре 45-50 °С. Таким образом, проведение водно-тепловой обработки замеса при температуре выше 45 - 50 °С не целесообразно.

Для определения оптимальных дозировок ферментных препаратов проведена серия экспериментов по приготовлению и сбраживанию осахаренного сусле с различными дозами ферментных препаратов (табл. 1) при температуре 50 °С. Водно-тепловую обработку замесов проводили до прекращения нарастания содержания сухих веществ; продолжительность водно-тепловой обработки всех образцов составила 60 мин. Осахаривание проводили при температуре 58-60 °С ферментным препаратом глюкоамилазы Дистицим АГ. Сбраживание осуществляли сухими спиртовыми дрожжами Fermiol.

Эффективность проведения водно-тепловой обработки замесов оценивали по количеству нерастворенного крахмала в зрелой бражке [4].

Технологические параметры осахаренного сусле и зрелой бражки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технологические параметры осахаренного сусле и зрелой бражки

№ п/п	Содержания сухих веществ в осахаренном сусле, %	Эффективная вязкость осахаренного сусле, мПа*с	Концентрация этанола в зрелой бражке, % об.	Концентрация нерастворенного крахмала в бражке, %
1	21,3	280,3	11,3	0,227
2	21,7	265,4	11,6	0,140
3	21,7	263,2	11,4	0,224
4	21,7	247,5	11,6	0,127

Полученные данные показали, что применение ферментных препаратов амилотического и целлюлолитического действия позволяет получать осахаренное сусле с высокими качественными показателями при температуре водно-тепловой обработки замесов 50 °С. При увеличении дозы ферментного препарата α -амилазы содержание нерастворенного крахмала в зрелой бражке не превышает значения, установленные «Технологическим регламентом производства спирта из крахмалсодержащего сырья».

Список литературы:

1. Технология спирта / В. Л. Яровенко [и др.], под ред. В. Л. Яровенко. М.: Колос, «Колос-Пресс», 2002. 464 с.
2. Технология экструзионных продуктов / А. Н. Остриков, Г. О. Магомедов, Н. М. Дерканова и др. / СПб: Проспект Науки, 2007. 202 с.
3. Йенсер, Э. Снижение вязкости при сбраживании сусле высокой концентрации / Э. Йенсер [и др.] // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2007. №4. С. 23 – 26.
4. Польшгалына, Г. В. Технохимический контроль спиртового и ликероводочного производств. М.: Колос. 1999. 336 с.

УДК 664.665:664.66.022.39

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В ТЕХНОЛОГИИ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛЕБА

Л.И. Кузнецова¹, О.И. Парахина¹, Н.О. Дубровская²

1 - Санкт-Петербургский филиал ГНУ ГОСНИИ Хлебопекарной промышленности Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия

2 - Санкт-Петербургский государственный торгово-экономический университет, Санкт-Петербург, Россия

info@gosnihp.spb.ru

В настоящее время из-за роста большого числа генетических и аллергических заболеваний вопрос диетического питания становится все более актуальным.

Целиакия (глютеновая энтеропатия), являясь одним из генетических заболеваний XXI века, характеризуется хроническим воспалением слизистой оболочки тонкой кишки воздействием глютена, в результате чего формируются патологические изменения с полной атрофией кишечных ворсин. По статистике более 5% населения в мире имеют генетическую предрасположенность к данному заболеванию, причем наибольшая вероятность заболевания целиакией характерна для европейского населения, в том числе и для России, и составляет в среднем один человек на 250 [1].

Основным методом лечения глютеновой энтеропатии является строгая пожизненная аглютеновая диета, исключая хлебобулочные, мучные кондитерские, макаронные и другие изделия из таких злаковых культур как пшеница, рожь, ячмень и овес. В настоящее время, несмотря на широкий комплекс лечебных препаратов, проблема лечения целиакии в России остается открытой из-за небольшого ассортимента доступных, особенно отечественного производства, безглютеновых продуктов [2].

Согласно проведенным маркетинговым исследованиям, установлено, что несмотря на динамичное развитие рынка безглютеновой продукции, в том числе и хлеба, существует проблема импортной зависимости России. При этом ввоз продукции из европейских стран, где уровень жизни значительно выше, осуществляется по более высоким ценам. Из безглютеновых продуктов отечественного производства наиболее широко представлен ассортимент кондитерских изделий и смесей для выпечки. Ассортимент и объемы производства отечественных хлебобулочных изделий очень незначительны. При этом импортные безглютеновые хлебобулочные изделия, доля которых составляет около 85% (средняя цена 130рублей за 300г), дороже отечественных (средняя цена 45рублей за 300г) в 2-3 раза.

Производство безглютенового хлеба затруднено из-за отсутствия в рецептуре сырья, содержащего клейковинные белки, способные формировать структуру теста и хлеба. Кроме того, выпускаемые сегодня безглютеновые хлебобулочные изделия характеризуются низким содержанием витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, так как в качестве основного сырья при их производстве используется крахмал, относящийся к малоценным пищевым продуктам. Поэтому использование современных натуральных структурообразователей и загустителей в рецептуре смеси бесклеяковинной, являющихся одновременно обогатителями пищевыми волокнами, является актуальным.

Одним из направлений решения данной задачи является подбор современных эффективных пищевых добавок в виде высокоочищенных препаратов волокон, выступающих одновременно в качестве обогатителя диетическим волокном и стабилизатора (структурообразователя).

Исследовали возможность использования комплексной пищевой добавки «Цитри-Фай 200» («Citri-Fi 200») в составе смеси бесклеяковинной для производства безглютенового хлеба.

По данным компании «Файберстар Инк.» в комплексной пищевой добавке «Цитри-Фай 200» («Citri-Fi 200»), полученной из натурального апельсинового волокна и гуаровой камеди (Е 412), содержание пищевых волокон достигает 75%, из них 40% - пектин, 35% - целлюлоза, что дает возможность ее использования в качестве обогатителя пищевыми волокнами. Высокие водоудер-

живающие, эмульгирующие, стабилизирующие, структурообразующие свойства «Цитри-Фай 200» дают возможность использования ее не только как обогатителя пищевыми волокнами, но и в качестве стабилизатора консистенции для связывания воды и придания определенной структуры изделию.

В качестве контроля готовили хлеб из смеси бесклеяковинной, разработанной в Санкт-Петербургском филиале ГНУ ГОСНИИ хлебопекарной промышленности Россельхозакадемии, в состав которой входит крахмал кукурузный, крахмал экструзионный, мука рисовая и соевый белок [3]. Для определения оптимального количества комплексной пищевой добавки «Цитри-Фай 200» в безглютеновой смеси ее дозировали в количестве 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5 и 3% к массе смеси, взамен крахмала экструзионного. Затем проводили пробные выпечки безглютенового хлеба. Тесто замешивали из безглютеновой смеси, прессованных дрожжей, масла растительного и воды, разливали в формы и подвергали расстойке в расстойном шкафу. Изделия выпекали в увлажненной пекарной камере. Качество теста и готовых изделий оценивали по комплексу физико-химических и органолептических показателей (таблица 1).

Таблица 1

Влияние пищевых цитрусовых волокон комплексной пищевой добавки «Цитри-Фай 200» в составе смеси безглютеновой рисовой на показатели качества хлеба безглютенового рисового

Наименование показателей	Значение показателей качества теста и хлеба безглютенового рисового						
	контрольного	опытных с комплексной пищевой добавкой «Цитри-Фай 200», % к массе смеси					
		0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	3,0
Тесто							
Влажность, % фактическая		56,0					
Кислотность, град	2,1	2,4	2,6	2,8	2,9	2,9	5,2
Продолжительность расстойки, мин	30	27	30	29	29	29	32
Хлеб							
Влажность, %	54,7	55,7	56,3	55,9	56,3	55,5	56,3
Кислотность, град	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
Пористость, %	58	60	60	63	61	61	63
Удельный объем, см ³ /г	1,55	1,46	1,56	1,65	1,59	1,57	1,57
Сжимаемость, едпр.	20	18	19	20	19	21	19
Органолептические показатели:	соответствует хлебной форме, без боковых выплывов						
Форма	соответствует хлебной форме, без боковых выплывов						
Поверхность	ровная, гладкая, без трещин и подрывов						
Цвет корки	светло-коричневый						
	бледный	более яркий					
Состояние мякиша	пропеченный, сухой, эластичный						
Цвет мякиша	кремовый						
Состояние пористости	мелкая равномерная, тонкостенная				мелкая, менее равномерная с отд. крупн.	средняя неравномерная с отд. крупн.	крупная толсто-стенная, неравномерная
Вкус	пресный		более выражен				
Запах	соответствует данному виду изделий						

Было установлено, что добавление пищевых волокон «Цитри-Фай 200» способствует повышению кислотности теста и увеличению его динамической вязкости (при увеличении дозировки от 0,9% до 3%). Максимальная динамическая вязкость при скорости сдвига 3с⁻¹ наблюдалась в тесте с 3% «Цитри-Фай 200», но при этом удельный объем хлеба (1,57см³/г) был не на много больше, чем у контрольного образца (1,55см³/г). С дозировкой 0,9 % «Цитри-Фай 200» в безглютеновой

смеси динамическая вязкость теста (34,18 Па*с) была близкой к вязкости контрольного теста (33,2 Па*с), при этом хлеб получился с наибольшим удельным объемом (1,65 см³/г) (рисунок 1).

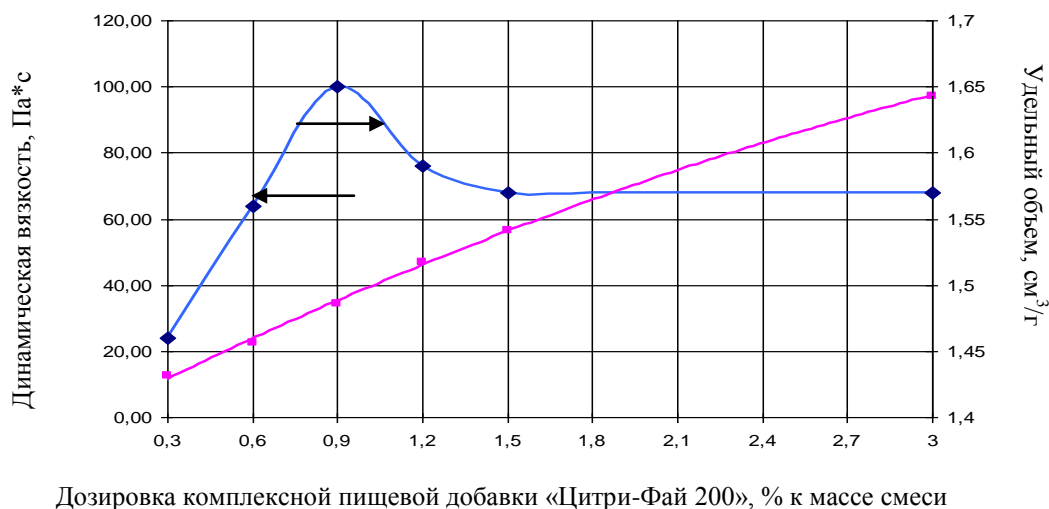


Рис. 1 Влияние дозировки комплексной пищевой добавки «Цитри-Фай 200» на динамическую вязкость теста и удельный объем хлеба безглютенового

На основании результатов сравнительного анализа было установлено оптимальное количество пищевых волокон «Цитри-Фай 200» в рецептуре безглютенового хлеба – 0,9 %. Полученный безглютеновый хлеб имел больший удельный объем, был правильной формы, с более ярко окрашенной коркой, чем контроль, развитой мелкой однородной пористостью, более выраженным вкусом. Увеличение дозировки свыше 0,9 % не целесообразно, так как ухудшаются органолептические и физико-химические показатели безглютенового хлеба.

Проведенные исследования показали, что введение комплексной пищевой добавки «Цитри-Фай 200» в бесклейковинную смесь для производства безглютенового хлеба позволит производить изделия с улучшенными физико-химическими и органолептическими показателями качества, а также повысить пищевую ценность, обогащая продукт пищевыми волокнами.

Список литературы:

1. Кузнецова Л.И. Технологии отечественных безглютеновых изделий для лечебного и профилактического питания / Л.И. Кузнецова, О.В. Афанасьева, Н.Д. Синявская, В.Н. Красильников / Хлебопродукты. 2009. №9. С.44 – 45
2. Маюрникова Л.А. Целиакия. Проблемы и решения / Л.А. Маюрникова, Н.Н. Аширова / Пищевая промышленность. 2011. №6. С.60 – 63
3. Кузнецова Л.И. Научные основы разработки безглютеновых смесей / Л.И. Кузнецова, Г.В. Мельникова, Н.Д. Синявская / Хлебопечение России. 2001. №3.

УДК 663.014.

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

И.Е. Радионова, М.А. Коломенский

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

iraradionowa@yandex.ru

Сырьем называют вещества природного и синтетического происхождения, используемые в производстве промышленной продукции. По характеру веществ, ценных для пищевой промышленности, растительное сырье делят на три группы: плодово-ягодные, ароматическое и неароматическое.

В свежем растительном сырье содержится 85 – 90% воды, в сушеном – 10 – 15%. Ароматические и вкусовые вещества растительного сырья делят на две группы: растворимые в водно-спиртовых растворах (экстрактивные) и нерастворимые.

К первой группе относят растворимые углеводы (моно- и ди- сахара, пектиновые вещества), органические кислоты (лимонная, яблочная), многоатомные спирты (сорбит), сладкие на вкус, гликозиды – эфироподобные соединения сахаров со спиртами, горькие на вкус, ароматические соединения (ферменты, жиры, красящие вещества, растворимые азотистые вещества и минеральные соли).

Вторая группа включает в себя целлюлозу, гемицеллюлозу, лигнин, крахмал, протопектин, нерастворимые азотистые и минеральные вещества.

При очистке растительного сырья чаще всего применяют три основных метода – корундовый, паровой, химический.

Корундовый метод основан на трении кожуры о внутренние поверхности барабанов, на которые нанесены твердые зерна кремнезема; в США разработан агрегат непрерывного действия. Этот метод требует использования сырья высокого качества и в наибольшей степени неблагоприятно влияет на его качество (повреждение поверхности, интенсификация, в частности, окислительных изменений и выделение сока).

Паровой метод основан на воздействии в течение определенного времени насыщенного пара с последующим удалением кожуры, разрыхленной нагреванием, струей воды давлением около $6 \cdot 10^5$ Па. В агрегатах непрерывного действия снижается расход пара, но значительно повышается стоимость оборудования.

Химический метод основан на обработке сырья в водном растворе NaOH (гидроксид натрия) определенной концентрации и температуры, последующей промывке водой и нейтрализации слабыми растворами кислот. Эффект очистки достигается совмещением химического и термического воздействия. Технологические параметры зависят от вида, сорта и состояния сырья. Для внедрения этого метода в промышленную практику отдельных стран требуется разрешение органов здравоохранения в отношении эффективности нейтрализации как конечного продукта, так и отходов и сточных вод.

В последние годы внедрена так называемая сухая модификация метода обработки в растворе щелочи – сырье в течение 2 – 3 мин обрабатывают в растворе щелочи и после стекания жидкости с поверхности подвергают дополнительной обработке инфракрасным излучением в течение 2 – 3 мин, а затем с помощью роликов с резиновыми выступами удаляют кожуру. Этот метод исключает загрязнение сточных вод щелочью и отходами. В США едкий натр частично или полностью заменяют насыщенными растворами поваренной соли.

Применяют также комбинированный метод, предусматривающий предварительное воздействие пара на сырье с целью термического размягчения кожуры, а затем погружение на 6 – 10 мин в 10%-ный раствор NaOH (гидроксид натрия) температурой 75 °С.

Недостатком описанных методов является отсутствие технических средств для механизации процессов очистки.

Рассмотрим этапы обработки плодов и овощей, направляемых на замораживание. Данная обработка включает в себя несколько этапов: сортировку, калибровку, очистку, ополаскивание или мойку, бланширование.

Сортировку производят для получения однородного сырья с учетом установленных критериев качества. В настоящее время в мировой практике наблюдается тенденция исключения сортировки перед переработкой, если невозможно внедрение механических или автоматических сортировочных устройств. В связи с этим необходимо для переработки использовать сырье высокого и однородного качества.

Калибровка заключается в разделении неоднородного по размерам сырья на определенные размерные группы. Однородный по размерам продукт обеспечивает более высокое качество при технологической переработке. Овощи калибруют в соответствующих калибровочных устройствах, входящих в линию предварительной обработки. В связи с высокой чувствительностью к деформациям в свежем виде плоды и, особенно ягоды, калибруют в замороженном виде.

Очистка заключается в удалении из сырья несъедобных и менее ценных частей, а также случайных органических загрязнений, так называемых безвредных посторонних тел.

Ополаскивание или мойка – это операции удаления с поверхности сырья загрязнений минерального происхождения. При содержании минеральных загрязнений в количествах выше уровня, определяемого органолептически (около 0.03 % массы), сырье бракуют. Кроме этого, загрязнение земель обуславливает высокое обсеменение сырья микрофлорой. В связи с этим большинство плодов и овощей перед замораживанием ополаскивают и моют. Плоды в сахаре, направляемые на замораживание, и большую часть овощей перед замораживанием подвергают дальнейшей технологической обработке – бланшированию.

Бланширование овощей было применено после первых неудачных попыток замораживания сырых овощей (Кохман, 1928 г, и Джослин Крюс, 1929 г). В настоящее время, несмотря на отсутствие единого мнения о целесообразности его применения, бланширование рассматривают как главное условие сохранности высокого качества замороженных овощей при их продолжительном хранении. Сохраняемость овощей увеличивается от действия нагрева в течение определенного времени.

Положительным эффектом бланширования является уменьшение объема сырья на 10 – 20 %, обеспечивающее лучшее использование упаковочных материалов, а также некоторое разрыхление структуры сырья до состояния, близкого к пригодному для употребления. Значительный недостаток данного процесса – существенные потери растворимых веществ, которые имеют важное значение в формировании пищевой ценности продуктов. Эти потери зависят от метода бланширования и условий проведения процесса.

В современных условиях рыночной экономики в качестве первоочередной стоит проблема полного использования сырьевых ресурсов. Важную роль в решении этой проблемы должны сыграть организация рациональной переработки растительного сырья в экстракты, для использования в производстве продуктов питания.

Основным сырьем для производства экстрактов являются лекарственные растения, дикорастущие или культивируемые плоды и ягоды, содержащие значительное количество биологически активных веществ.

Технология переработки плодово-ягодного и лекарственно-технического сырья в экстракты включает следующие основные стадии.

При переработке плодово-ягодного сырья часть свежих плодов сушат, а другая замораживается и хранится при температуре минус 18 °С. При заморозке свежей ягоды происходит частичная потеря влаги и разрушается клеточная структура, что облегчает сокоотдачу.

При использовании свежего лекарственно-технического сырья после инспекции подвергают сушке до «воздушно-сухого состояния», которое в зависимости от вида сырья колеблется в пределах 12 – 14 % остаточной влажности, что не отражается на его качестве.

На следующей стадии высушенное и замороженное сырье измельчают. Измельченное плодово-ягодное и растительное сырье экстрагируют при массовом соотношении системы сырье – экстрагент 1:10 – 1:15 при температуре 40 – 50 °С. В качестве растворителей применяют воду, этанол или их растворы в разных концентрациях. Использование таких экстрагентов позволяет варьировать спектр извлекаемых веществ или делить экстрактивные вещества на фракции, а применяя их последовательно, можно достичь практически полного извлечения экстрактивных веществ из растительного сырья. При этом можно получать экстракты не только разной биологической активности, но и совершенно другого типа действия.

Концентрирование экстрактов осуществляется до содержания 55 – 60 % сухих веществ на вакуум-выпарной установке при 48 – 50 °С, что обеспечивает сохранность термолабильных веществ растительного происхождения, благодаря этому полученные концентраты обладают химической и микробиологической стабильностью

Образовавшиеся в процессе переработки растительного сырья ингредиенты (шрот, жмых или клетчатка), необходимые для формирования гранул, сушатся и подвергаются дополнительно механическому измельчению до 0,01 – 0,02 мм для достижения оптимальных размеров частиц в готовом экстракте.

Процесс гранулирования осуществляется по «полумокрому» способу. Откалиброванные гранулы поступают на сушку, которая осуществляется при температуре 50 – 55 °С до остаточной влажности 5 – 6 %.

Прессование таблеток (брикетов) из гранул ведется при давлении, равном 50 – 150 МПа, что обусловлено индивидуальной прессуемостью гранул, полученных из различного плодово-ягодного или растительного сырья.

Готовые продукты фасуются и упаковываются в полимерную тару и отправляются на склад готовой продукции, где хранятся при температуре 20 °С.

Преимуществом данных технологий являются мягкие температурные режимы и отсутствие других воздействий, оказывающих деструктивное влияние на биологически активные вещества, содержащиеся в сырье растительного происхождения в процессе его переработки, что позволяет получать любые композитные биологически активные смеси (жидкие, гранулированные, таблетированные) из различного плодово-ягодного и лекарственно-технического сырья принципиально новых свойств и качеств.

Как в нашей стране, так и за рубежом постоянно растет интерес к использованию пищевых продуктов, в том числе и напитков, полученных из растительного сырья.

Современную тенденцию роста интереса к продуктам растительного происхождения, скорее всего, можно объяснить многочисленными научными и научно-популярными выступлениями СМИ, способствующими повышению уровня информированности населения об эффективности и безопасности применения дикорастущих и культивируемых растений и их плодов в профилактике заболеваний.

Здесь играет роль и их относительно низкая рыночная стоимость. Именно, поэтому сегодня они доступны практически всем слоям населения, включая малообеспеченные, что резко увеличивает спрос на продукты, содержащие как непосредственно растения, так и их составляющие БАВ.

Растительное сырье, разрешенное к употреблению в пищевой промышленности или в качестве БАД, имеющее сложный химический состав, находит широкое применение. Из растительного сырья наиболее часто готовят водные, водно-спиртовые и спиртовые извлечения.

Если сырье предназначено для получения индивидуальных веществ, жирных, эфирных масел или отдельных компонентов, то следует именно нормировать эти вещества. Для сырья, предназначенного для производства спиртовых, водно-спиртовых извлечений, экстрактов, данный вопрос должен рассматриваться в каждом конкретном случае в зависимости от свойств БАВ, извлекаемых из растений и переходящих в извлекаемую форму. Все эти особенности стандартизации определенного сырья и препаратов на его основе должны быть проанализированы фирмами-производителями сырья.

Качество используемого сырья перерабатывающие производства должны оценивать по следующим показателям:

Форма	Контролируемые вещества
Настои, отвары	Определение содержания суммы водорастворимых БАВ; определение отдельных групп БАВ (дубильные вещества, полисахариды)
Настойки	Определение содержания суммы БАВ, растворимых в водно-спиртовых смесях; определение отдельных групп БАВ (эфирные масла, флавоноиды и др.)
Экстракты	Определение содержания суммы БАВ, растворимых в соответствующих экстрагентах; определение отдельных групп БАВ (флавоноиды, жирные масла, эфирные масла, антраценпроизводные)
Максимальное очищение БАВ: эфирные масла жирные масла индивидуальные вещества	Определение содержания эфирного масла; определение содержания отдельных компонентов эфирного масла Определение содержания жирного масла; определение содержания жирных кислот Определение содержания отдельных БАВ (алканоиды, сердечные гликозиды, сапонины, флавоноиды, кумарины и др.)

Список литературы:

1. <http://www.kontrolnaja.ru/dir/industry/66426>
2. <http://ekologyprom.ru/uchebnik-po-promyshlennoj-ekologii/102-xarakteristika-i-zapasy-syrya.html>
3. <http://www.productguide.ru/products-4170-2.html>

УДК 663.11+663.43+557.15

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОЛОДОРАЩЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ПШЕНИЧНОГО СОЛОДА

М.Ф. Ростовская, А.Н. Извекова, Н.Н. Извекова

Дальневосточный федеральный университет, Школа биомедицины, г. Владивосток, Россия

rost-mf@mail.ru

Традиционное сырье для получения пива – ячменный солод. Но в пивоварении используют и пшеницу. Из пшеницы получают пшеничный солод, который применяют для получения пива верхового брожения [1]. Пшеницу и пшеничный солод также используют в качестве добавки к ячменному солоду (3-10%) в пивной индустрии для увеличения выхода экстракта и получения более стабильной пены, кроме того, небольшие количества пшеничного солода увеличивают диастатическую силу засыпи [2].

Солод получают контролируемым проращиванием зерна. Один из важнейших показателей пивоваренного солода - экстрактивность - зависит от содержания крахмала в зерне. Экстрактивность обеспечивается рядом сбраживаемых углеводов, которые образуются при гидролизе крахмала во время процессов солодоращения и затирания [1].

Чтобы достигнуть более полного расщепления крахмала, необходимо, чтобы в зерне во время проращивания образовалось достаточное количество амилолитических ферментов. Гидролиз крахмала в зерне осуществляется в основном 4 ферментами: α -амилазой, β -амилазой, предельной декстриназой и α -глюкозидазой. Активность этих четырех амилолитических ферментов в совокупности называется диастатической силой (ДС). Диастатическая сила позволяет оценить способность солода превращать крахмал в сбраживаемые дрожжами сахара [1].

На качество пшеничного солода также влияет уровень белка в зерне. Высокий уровень белка снижает выход экстракта солода и затрудняет его переработку [3]. Также высокий уровень белка приводит к уплотнению белково - крахмального комплекса, что ограничивает гидратацию эндосперма во время проращивания и замедляет преобразование эндосперма и образование ферментов [4]. И у пшеницы, и у ячменя, предназначенного для солодоращения, значение уровня белка не должно превышать 12% на сухое вещество (СВ) [3]. При этом на пивоваренный ячмень имеется ГОСТ, а специальных сортов пивоваренной пшеницы не существует.

Таким образом, считается, что для получения качественного пивоваренного пшеничного солода пригодны сорта пшеницы с низким содержанием белка и высоким содержанием крахмала, при этом в процессе солодоращения зерно должно быть способно, накопить достаточное количество амилолитических ферментов [3].

Но в последние годы многие страны – поставщики пивоваренного зерна, столкнулись с проблемой высокобелкового зерна [5]. Поэтому в разных странах проводятся исследования по получению солода удовлетворительного качества из зерна ячменя и пшеницы с повышенным содержанием белка. В работе [6] показано, что канадские сорта ячменя с содержанием белка 16,4% способны давать солод и пиво хорошего качества. Традиционные сорта пшеницы, выращиваемые в Китае, имеют уровень белка 16%. В работе [7] установлено, что из такой пшеницы возможно производить солод удовлетворительного качества.

Солод получают контролируемым проращиванием зерна. После высушивания свежепросоженного солода корни и ростки удаляются. Известно, что корни и ростки проращиваемого зерна богаты гидролизуемыми белками, поэтому через корни и ростки могут происходить высокие потери белков [8]. Ранее нами показано, что солод, полученный из зерна пшеницы с большим содержанием белка, может иметь меньший уровень белка, по сравнению с солодом, полученным из менее белкового зерна [9].

Хотя известно, что условия проращивания пшеницы значительно влияют на параметры солода [2,3], имеется недостаточно информации о влиянии режима солодоращения на уровень белка и уровень амилолитических ферментов в пшеничном солоде.

Цель представленной работы – исследовать влияние режима солодоращения на уровень белка и уровень диастатической силы в пшеничном солоде.

Исследование проводили на примере пшеницы урожая 2012 года, яровых сортов Приморская 39, Приморская 40 и озимого сорта Московская 39. Все образцы имели одинаковый высокий уровень белковых веществ в зерне. Данные по содержанию белка в зерне представлены в табл.1.

Каждый сорт исследуемой пшеницы проращивали при трех разных режимах: при убывающей (19 – 16°C), возрастающей (11 – 15 °C) и постоянной (15°C) температуре. Сушку всех полученных образцов солода проводили в одинаковых условиях. Данные по содержанию белка в сухом солоде представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сорт пшеницы	Содержание белковых веществ в пшенице и в солоде			
	Содержание белковых веществ, %, на сухое вещество			
	Зерно	Солод		
Режим с убывающими температурами		Режим с постоянными температурами	Режим с возрастающими температурами	
Приморская 39	16,3	15,8	17,5	15,4
Приморская 40	16,3	17,7	17,6	16,2
Московская 39	16,2	15,6	16,8	14,8

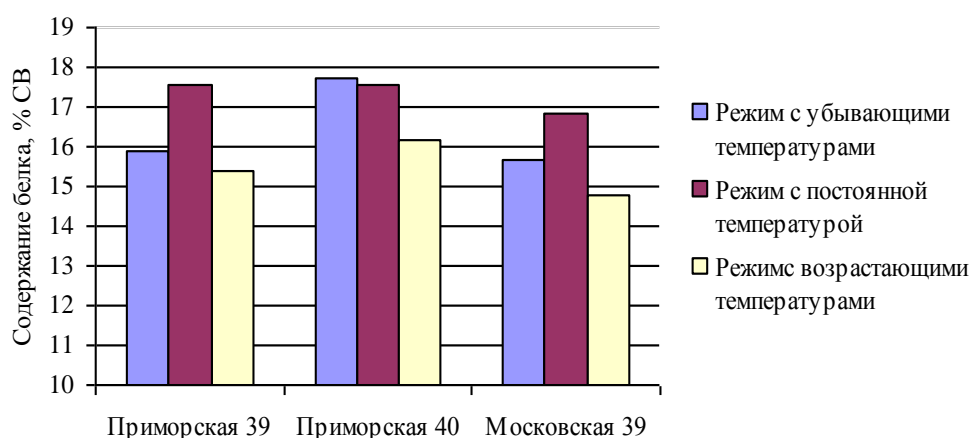


Рис.1. Содержание белковых веществ в пшеничном солоде, полученном при разных режимах

Как видно из рис.1, самый низкий уровень белка оказался в солоде, полученном при режиме солодоращения с возрастающими температурами. При этом режиме во всех образцах солода наблюдался более низкий уровень белка по сравнению с исходным зерном. Самый высокий уровень белка показали образцы, полученные при режиме с постоянной температурой. При этом режиме в готовом солоде оказалось больше белковых веществ, чем было в исходном зерне.

Показатели амилолитической активности сухого солода представлены в табл. 2 и на рис. 2.

Таблица 2

Диастатическая сила солода (ед. Виндиш-Кольбаха), полученного при разных режимах солодоращения

Сорт пшеницы	Содержание белковых веществ, %, на сухое вещество			
	Зерно	Солод		
		Режим с убывающими температурами	Режим с постоянными температурами	Режим с возрастающими температурами
Приморская 39	64,4	288,6	146,2	283,1
Приморская 40	58,1	336,8	171,8	254,1
Московская 39	49,2	301,4	297,9	173,4

Как видно из табл.2 и рис.2, наибольшая диастатическая сила наблюдалась в солоде, полученном при солодоращении в режиме убывающих температур, а самую низкую ДС имел солод,

полученный при постоянной температуре для яровых сортов и солод, полученный в режиме возрастающих температур для озимого сорта. Таким образом, для наилучшего накопления амилолитических ферментов в исследуемых сортах наиболее подходит режим с убывающими температурами.

При этом следует отметить, что хотя все сорта имели одинаковый уровень белка в зерне, разница в значении диастатической силы солода была очень значительна. Она составляла более 50 ед. Виндиш-Кольбаха при режиме убывающих температур и больше 100 ед. Виндиш-Кольбаха при остальных режимах.

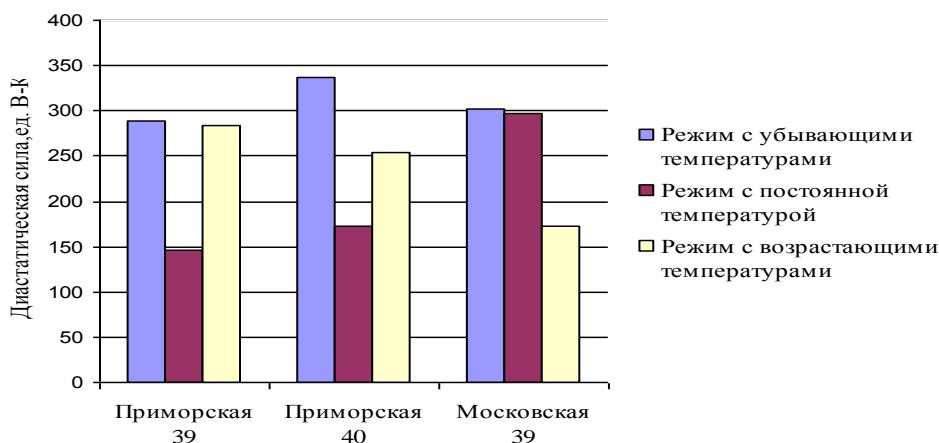


Рис.2. Диастатическая сила солода (ед. Виндиш-Кольбаха), полученного при разных режимах солодоращения

Таким образом, показано, что режим солодоращения с убывающими температурами способствует более высокому уровню белка и более высокой активности амилолитических ферментов. Для уменьшения содержания белка и для получения наибольшего количества амилолитических ферментов в солоде, полученном из исследуемых сортов пшеницы, необходимы разные температурные режимы солодоращения.

Список литературы:

1. Кунце В. Технология солода и пива. СПб., 2009. 1064с.
2. Briggs D.E. Malt and Malting. -London, Blackie Academic, 1998. 780p.
3. Нарцисс Л. Технология солодоращения. СПб. 2007. 582с.
4. Jin Y.-H., Du J.-H., Zhang K.-L., Zhang X.-C. Effects of wheat starch contents on malt qualities // J. Inst. Brew. 2011. V 117. №4. P. 534 – 540.
5. Edney M.J., Legge W.G., Rossnagel B.G. Amino acid levels in wort and their significance in developing malting barley varieties//18th North American barley researchers workshop and 4th Canadian barley Symposium. Alberta, 2005.
6. Leach R., Li Y., Edney M., Izydorczyk M., Egi A., Sawatzky K. Effects of barley endosperm texture, processing condition requirements and malt and beer quality// MBAA TQ. V.39.N4. 2002. P.191 – 202.
7. Jin Y., Zhang K., Du J. Effects of wheat protein content on endosperm composites and malt quality //J. Inst. Brew. 2008. V.114. № 4. P.289 – 293.
8. Agu R.C. Some relationships between malted barleys of different nitrogen levels and the wort properties / R.C. Agu // J. Inst. Brew. 2003. V.109. №2. p. 106-109.
9. Ростовская М.Ф., Загария С.Ю., Алябьев Б.А., Клыков А.Г. Пивоваренный солод из сортов пшеницы, возделываемых в Приморском крае // Пиво и напитки. 2009. № 4. с.36 – 38.

УДК 663.43:633.12 (571.63)

ХАРАКТЕРИСТИКА ТОМЛЕННОГО ГРЕЧИШНОГО СОЛОДА**А.А Семенюта, Т.В. Танашкина**

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Nyrochka_1988@mail.ru, tatiana.vl.tan@gmail.com

В связи с дефицитом микронутриентов, в настоящее время, стало актуальным создание и внедрение в рацион питания функциональных пищевых продуктов. Для получения таких продуктов используют различные добавки, к ним относится и солод.

Ценность солода заключается в высоком содержании белка с полноценным набором аминокислот, минеральных компонентов, ферментов, фитогормонов и других биологически активных веществ. Солод содержит не только белки, жиры и углеводы, но и целый ряд полезных витаминов, таких как витамины группы В, токоферол (Е), аскорбиновая кислота (С), а также минеральные вещества и микроэлементы. Солод можно использовать в качестве сырья для изготовления хлебобулочных и кондитерских изделий, пива и кваса.

Гречиха является одним из перспективных источников сырья в производстве солода. Содержащиеся в ней белки отличаются высокой биологической ценностью. Аминокислотный скор их, близок к единице, и при этом превосходит традиционные злаковые культуры: ячмень, рис, кукурузу и пшеницу по изолейцину, лизину, метионину и цистеину. Особенностью химического состава зерна гречихи является почти полное отсутствие в нем глютена (клейковинного белка), токсичного для людей, страдающих целиакией. Другим важным достоинством является высокое содержание в ее зерне флавоноидов, особенно рутина, что обуславливает ее уникальные лечебно-диетические свойства.

Цель нашей работы подобрать режим получения томленного гречишного солода и оценить его качество.

Ранее нами были исследованы условия солодоращения и сушки зерна гречихи, и предложена технология получения светлого гречишного солода [1, 5]. Результаты показали, что светлый гречишный солод характеризуется низкой экстрактивностью, недорастворенностью белковых соединений и высокой вязкостью. Поэтому было необходимо подобрать такие условия получения гречишного солода, которые бы позволили улучшить его качество по этим показателям. С этой целью были проведены эксперименты, в которых использовали процедуру томления. Процесс томления характеризуется интенсивным ферментативным гидролизом углеводов, белков и других веществ солода. К концу томления возрастает содержание редуцирующих сахаров и аминного азота, а молекулярная масса гемицеллюлоз и гуми-веществ уменьшается. Одновременно возрастают кислотность и цветность солода [2].

В работе использовали зерно гречихи сорта Изумруд и При 7 селекции Приморского НИИ сельского хозяйства РАСХН, урожая 2010 года.

Исследовали три режима приготовления томленного солода (табл. 1). Температура солодоращения была одинаковой – 15 °С во всех вариантах, отличия касались продолжительности процесса проращивания и температуры томления. В качестве контроля использовали режим получения светлого гречишного солода. Сушку солода осуществляли в одинаковых условиях, при температурах 50 °С и 60 °С в течение 11 ч.

Таблица 1

Режимы приготовления томленного гречишного солода

Режим	Продолжительность проращивания, сут.	Продолжительность томления, сут.	Температура томления, °С
1	2,5	0,5	40
2	3	1	40
3	3	1	45
контроль	3	-	-

Результаты физико-химического исследования полученных солодов свидетельствуют, что наиболее качественный солод был получен при использовании режима №3 (рис. 1, рис. 2).

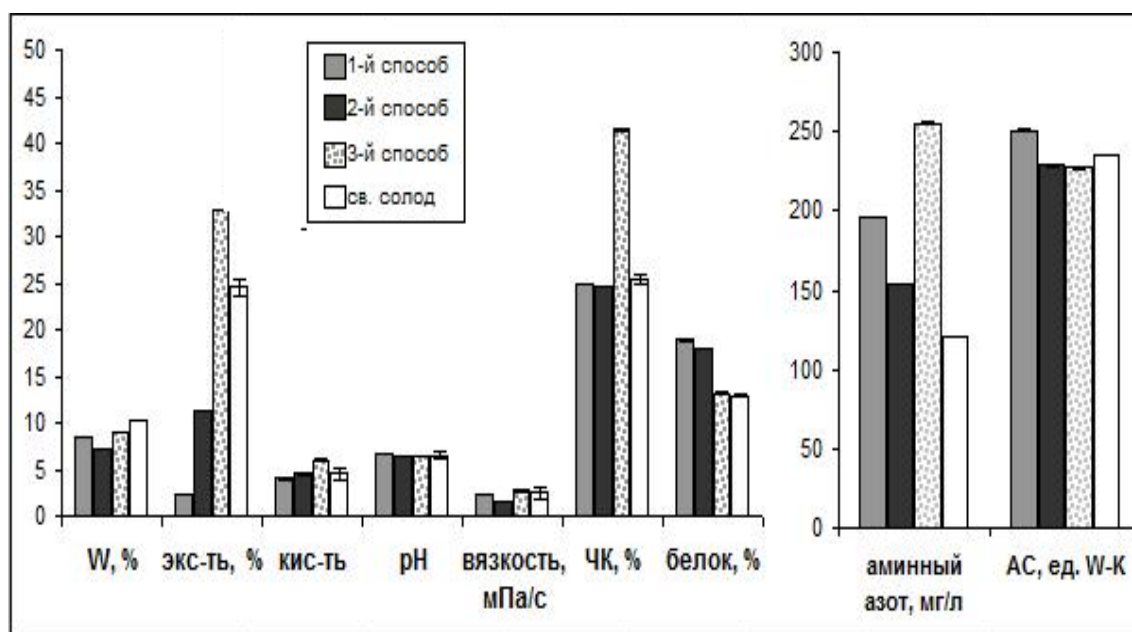


Рис. 1. Физико-химические показатели томленного и светлого (контроль) гречишного солода из зерна гречиши сорта Изумруд

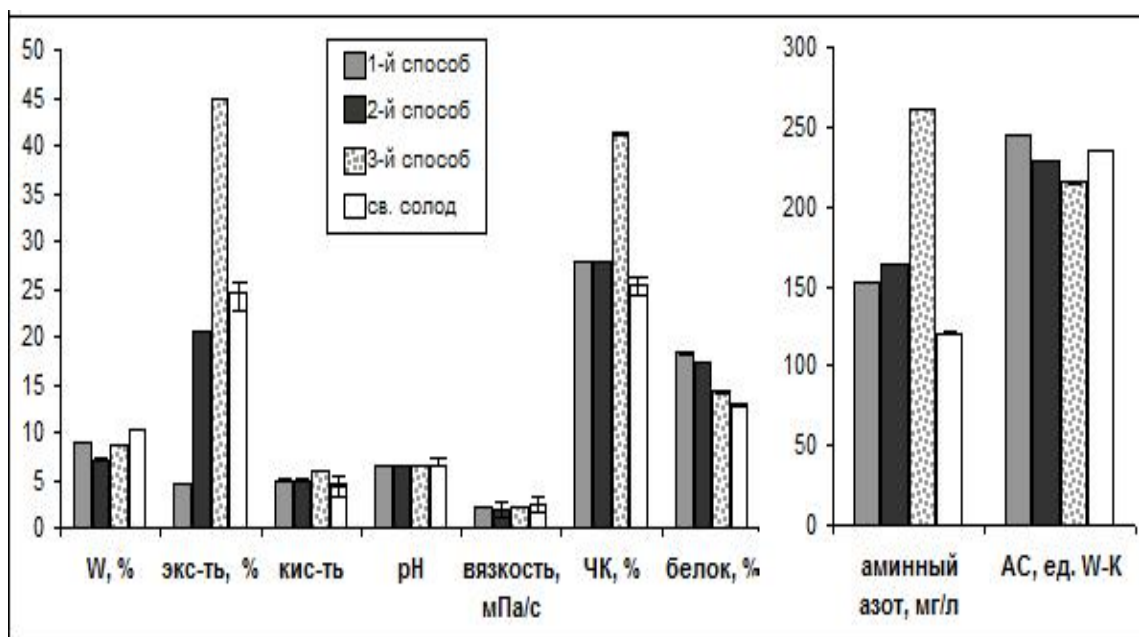


Рис. 2. Физико-химические показатели томленного и светлого (контроль) гречишного солода из зерна гречиши сорта При 7

Содержание в нем экстрактивных веществ возросло по сравнению с контрольным образцом, почти в 2 раза и составляло 44,86 % для сорта При 7 и 32,89 % для сорта Изумруд.

Число Кольбаха, являющееся показателем эффективного протеолиза во время проращивания, существенно увеличивалось до 41 % у обоих сортов, что соответствовало требованиям ГОСТ 29294-92 для ячменя пивоваренного солода [3].

Содержание аминного азота достигало 260 мг/дм³ (метод ЕВС 4.10), что выше более чем в 2 раза, и превышало рекомендуемые значения [6]. Это обстоятельство следует учитывать при затирании, сокращая продолжительность белковой паузы. Амилолитическая активность томленного

солода существенно не изменялась. Вязкость конгрессного сусла позволяет оценить, насколько хорошо расщеплены гуммивещества и гемицеллюлоза до низкомолекулярных соединений. Следовательно, по этому показателю можно судить о цитолитическом растворении солода [4]. Для режима №3 была характерна высокая вязкость, что неблагоприятно сказывалось на фильтрации сусла. В связи с повышенной вязкостью, при изготовлении напитков брожения рекомендуется использовать цитолитические ферментные препараты (эндо- β -глюканаза). Также была повышена кислотность сусла, что характерно для томленного солода.

Таким образом, можно сделать вывод, что томление солода при 45 °С в течение суток улучшало его качество по показателям экстрактивности и растворимости белка. Существенные отличия между сортами при томлении наблюдались лишь по одному показателю – экстрактивности солода, у сорта При 7 она была значительно выше. Процесс томления не улучшил цитолитическую растворимость солода, поэтому в дальнейших исследованиях необходимо подобрать условия позволяющие улучшить этот показатель и в конечном итоге снизить вязкость сусла.

Список литературы:

1. Троценко А.С., Танашкина Т.В., Корчагин В.П., Медведева А.А., Клыков А.Г. Особенности технологии свежепросоженного гречишного солода // Хранение и переработка сельхоз сырья. М.: Изд-во Пищ. пром. 2012. № 4. 10 – 13 с.
2. Нарцисс, Л. Технология солодоращения: пер. с нем. / Л. Нарцисс. СПб.: Профессия, 2007. – 584 с.
3. ГОСТ 29294-92. Солод пивоваренный ячменный. Технические условия. Введ. 1993-06-01. М.: Изд-во стандартов, 1993. – 18 с.
4. Меледина, Т. В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т. В. Меледина. СПб.: Профессия, 2003. 304 с..
5. Троценко А.С., Танашкина Т.В., Корчагин В.П., Приходько Ю.В., Клыков А.Г. Влияние режимов сушки на амилолитическую активность гречишного солода // Хранение и переработка сельхоз сырья. М.: Изд-во Пищ. пром. 2012. №5. 34 – 37 с.
6. Ермолаева Г. А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г. А. Ермолаева. СПб.: Профессия, 2004. – 536 с.

УДК 664.681

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРЕХОВОЙ МУКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Е.В. Соболева, Е.С. Сергачева, Н.С. Станкова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

elenavsoboleva@mail.ru

Мучные кондитерские изделия прочно вошли в число наиболее потребляемых продуктов. Они высококалорийны, вкусны, привлекательны по внешнему виду, но наряду с этим имеют несбалансированность по нутриентному составу: высокое содержание усвояемых углеводов на фоне низкого содержания белков и неполноценности жиров с позиции их биологической эффективности.

В этой связи актуальным является обогащение и расширение ассортимента мучных кондитерских изделий. Одним из направлений решения этой задачи является использование в технологии производства продуктов питания ингредиентов, обладающих высокой пищевой ценностью. Примером подобных ингредиентов могут служить орехоплодные культуры, такие как арахис и миндаль.

Миндаль характеризуется высоким содержанием моно- и полиненасыщенных жирных кислот, белков, клетчатки, микроэлементов. Этот орех богат железом, кальцием, фосфором, цинком и магнием, витаминами В и Е, а также имеет в своем составе значительное количество различных классов биологически активных компонентов, в частности, каротиноидов, фитостеролов, токоферолов, флавоноидов, танинов и других соединений. Около 30 г миндаля покрывают 10 % ежедневной потребности организма в белке и около 35 % потребности в витамине Е. Такой уникальный состав обуславливает перспективное использование ядер миндаля в рационе питания людей, имеющих сердечно-сосудистые и онкологические заболевания, нарушения в процессах обмена веществ.

Арахис отличается высокой массовой долей белков (24 – 27 %). Жирные кислоты представлены преимущественно линолевой кислотой, благодаря чему употребление арахисового масла и самих орехов способствует снижению кровяного давления. Арахис содержит витамины В, Е, К, пантотеновую кислоту и биотин.

Ореховые продукты широко используются в кондитерском производстве в целом и размолотом виде, а также в виде ореховой муки (обжаренный дробленый орех на фракции 0-3 мм). При использовании дробленых орехов не возникает необходимости изменения технологии, в то же время изделие приобретает особый цвет, аромат, вкус и повышенную пищевую ценность. Однако эта фракция измельченного ореха недостаточно востребована, а в производстве мучных кондитерских изделий практически не используется.

Цель работы заключалась в изучении возможности использования миндальной и арахисовой муки (помол 0-3 мм) в производстве бездрожжевых кексов с целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности.

Изделия изготавливались по рецептуре кекса «Чайного» с частичной заменой в рецептуре пшеничной муки на ореховую (помол 0-3 мм) в количестве 25, 50 и 75 %, при этом снижали количество жирового продукта в рецептуре на 10, 50 и 50 % соответственно.

Определяли влажность, плотность и вязкость теста, а также влажность и намокаемость готовых изделий. Кроме этого, оценивали кексы по органолептическим показателям и определяли энергетическую ценность изделий.

Известно, что вязкость теста влияет на длительность замеса. Выявлено, что вязкость теста снижается по мере увеличения дозировки ореховой муки. Это связано с тем, что, адсорбируясь на поверхности белковых мицелл и крахмальных зерен, жир препятствует набуханию коллоидов муки и увеличивает содержание жидкой фазы теста. Более низкая вязкость теста ускоряет процесс замеса и тем самым ведет к экономии электроэнергии, что в свою очередь приводит к снижению себестоимости готовых изделий.

При увеличении дозировки ореховой муки намокаемость изделий снижается. Это связано с тем, что жировые продукты обволакивают коллоидные частицы и препятствуют их набуханию.

Дегустационная оценка выпеченных кексов показала, что наилучшими органолептическими показателями обладают образцы с 50 %-ной заменой пшеничной муки на ореховую (рис. 1, 2).

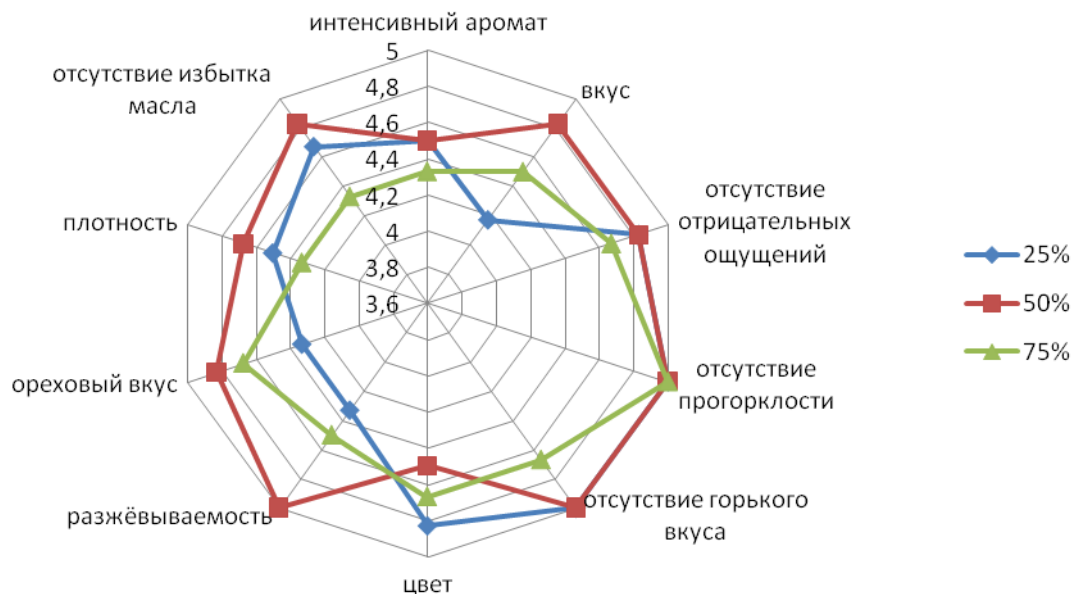


Рис. 1. Профилограмма органолептических показателей кексов с заменой 25, 50 и 75 % пшеничной муки арахисовой

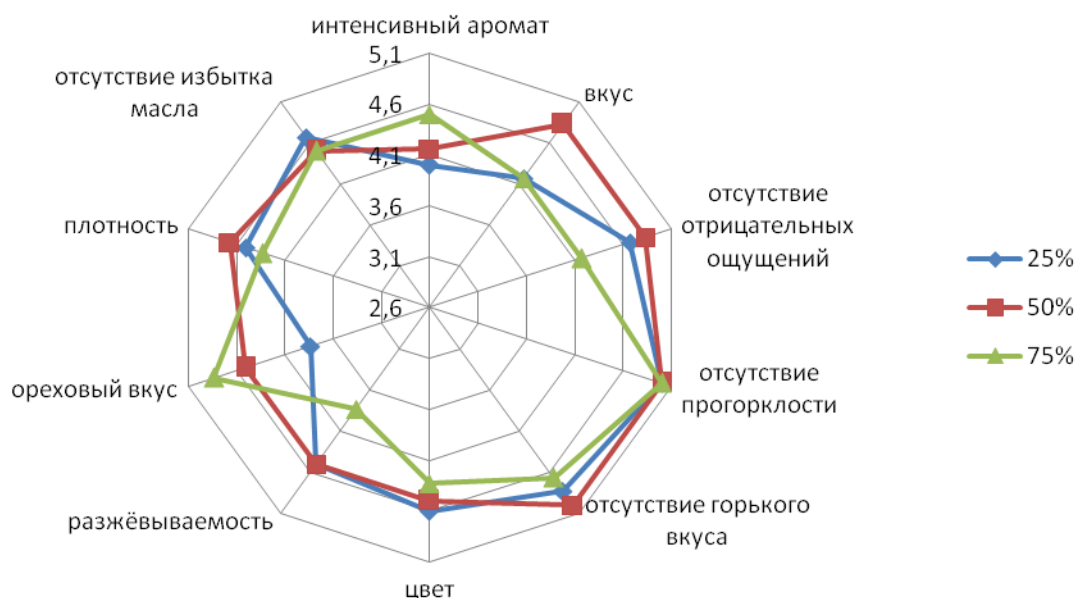


Рис. 2. Профилограмма органолептических показателей кексов с заменой 25, 50 и 75 % пшеничной муки миндальной

Энергетическая ценность кексов, полученная расчетным путем, приведена в таблице 1.

Таблица 1

Вид ореховой муки	Энергетическая ценность кексов, ккал, в зависимости от дозировки ореховой муки, %			
	0	25	50	75
Арахисовая	433	450	448	474
Миндальная		452	453	480

Калорийность кексов с заменой пшеничной муки на арахисовую и миндальную в количестве 50 % и пониженным содержанием жира возрастает по сравнению с контролем на 3,3 и 4,4 % соответственно, а при замене 75 % – на 8,6 и 9,8 %.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что использование ореховой муки (помол 0-3 мм) является перспективным, поскольку позволяет обогатить готовые изделия полезными веществами, а также придать им особый цвет, вкус и аромат орехов.

Список литературы:

1. Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры (3-е издание) / С.Я. Корячкина. Орел: Изд-во «Труд», 2006. 480 с.
2. Вершинина, С.Э. Новые источники нетрадиционного растительного сырья в производстве хлеба / С.Э. Вершинина, О.Ю. Кравченко // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 5. С. 51 – 52.
3. Юдина, С.Б. Технология продуктов функционального питания / С.Б. Юдина// Учебное издание. «ДеЛи принт» 2008 г.

УДК 664.681.9

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ КЕКСОВ НА ХИМИЧЕСКИХ РАЗРЫХЛИТЕЛЯХ

Э.М. Сурмач, Л.И. Кузнецова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

elina.surmach@yandex.ru

Главной проблемой питания современного человека является превышение калорийности употребляемой пищи по сравнению с реально затрачиваемой энергией. Этому способствует множество различных факторов таких как условия технического прогресса, приводящие к гиподинамии (малоподвижному образу жизни); значительное увеличение стрессовых ситуаций в жизни современного человека, вызывающих не только нервные расстройства, но и, как следствие, заболевания желудочно-кишечного тракта; сокращение физиологических энергозатрат людей, связанное с уменьшением занятий спортом, вызванным нехваткой времени в условиях существующего ритма жизни; разбалансированность питания.

Следствием всех вышеперечисленных факторов является значительный рост числа таких заболеваний, как ожирение, атеросклероз, сахарный диабет, заболевания пищеварительной и сердечно-сосудистой систем человека [1].

Учитывая также наблюдаемую в последние годы в России тенденцию повышения спроса на мучные кондитерские изделия, в том числе кексы, которые, как известно, являются высококалорийными изделиями с несбалансированным химическим составом, встал вопрос о необходимости повышения пищевой ценности кекса путем использования новых видов сырья.

Некоторыми из них являются мука ржаная, солодовый экстракт, масло подсолнечное, добавки, содержащие омега-3-жирные кислоты. Использование данных продуктов в рецептуре позволяет не только повысить пищевую ценность кекса, обогащая химический состав витаминами, минеральными веществами и другими незаменимыми для человека компонентами, но и сократить продолжительность технологического процесса производства.

По государственным стандартам кексы вырабатываются в основном из пшеничной муки высшего сорта. Мука ржаная обдирная, по сравнению с пшеничной, содержит в своем составе больше незаменимых аминокислот (лизина, треонина и др.), витаминов группы В, железа, магния, калия, а также высокомолекулярных пентозанов и пищевых волокон, относящихся к пребиотикам, которые не только формируют структурно-механические свойства теста, но и способствуют улучшению работы желудочно-кишечного тракта, адсорбируя вредные вещества и улучшая перистальтику кишечника [2].

Солодовый экстракт является натуральным пищевым продуктом, производится из проросших зерен злаковых культур (солода). Благодаря технологии производства солодового экстракта в его состав входят ценные питательные вещества: белки, аминокислоты, минеральные вещества, витамины, ферменты и другие биологически активные компоненты, благотворно влияющие на обмен веществ в организме человека и его психоэмоциональное состояние. Солодовые экстракты также рекомендуется использовать непосредственно в пищу при заболеваниях сердца, легких, щитовидной железы, почек, печени и желудка [3].

Масло растительное состоит в основном из триглицеридов жирных кислот и не содержит холестерина, а также богато эссенциальными жирными кислотами. По сравнению с маргарином содержание полиненасыщенных жирных кислот в растительном масле значительно выше. Среди различных видов растительных масел (рапсовое, кукурузное, оливковое и др.) наиболее часто используется подсолнечное растительное масло, в составе которого преобладают незаменимые для человека линолевая и олеиновая кислоты [4].

Одним из продуктов, содержащих Омега-3-полиненасыщенные жирные кислоты, является продукт «Омега-360™», произведенный в Норвегии. Он является безопасным, не содержит ГМО, имеет кошерный и халяльный сертификаты, соответствует международным стандартам НАССР. «Омега-360™ Pure 22-3» - прозрачное масло, произведенное из морепродуктов, которое содержит

полный набор Омега-3 жирных кислот с высоким содержанием эйкозапентаеновой и докозагексаеновой незаменимых жирных кислот [5].

С целью повышения пищевой ценности кексов проведены исследования по использованию вышеуказанных ингредиентов в их производстве. Установлено, что при замене муки пшеничной высшего сорта мукой ржаной обдирной в рецептуре кексов на химических разрыхлителях улучшаются органолептические показатели качества: запах, вкус, увеличивается содержание пищевых волокон, витаминов группы В, железа, калия, магния, фосфора, снижается себестоимость готовой продукции.

При использовании солодового экстракта в производстве кексов взамен сахара выявлено улучшение запаха, вкусовых качеств, цвета выпеченных изделий, повышение пищевой ценности за счет увеличения количества целого ряда минеральных веществ и витаминов, а также снижение калорийности готовых изделий.

Установлена возможность снижения массовой доли жира при использовании масла растительного подсолнечного взамен маргарина в рецептуре кексов, а также улучшение качественного жирового состава за счет значительного увеличения содержания полиненасыщенных жирных кислот и исключение наличия «транс-изомеров». Кроме этого, применение данного компонента позволяет сократить продолжительность технологического процесса за счет исключения стадии размягчения и сбивания маргарина, а, следовательно, снизить энерго- и трудозатраты на предприятии.

При использовании продукта «Omega-360™ Pure 22-3» установлена возможность обогащения кексов на химических разрыхлителях ω -3 полиненасыщенными жирными кислотами, обеспечивая удовлетворение 10% от максимальной суточной потребности 1,6г в этих веществах за счет потребления 100г кекса.

При сравнении контрольного и опытного образцов кексов выявлено увеличение содержания пищевых волокон на 77,6 %, полиненасыщенных жирных кислот – на 67,9 %, витаминов В1, В2 – на 50 %, РР – на 44,4 %, Na – на 54,4 %, К – на 63,9 %, Са – на 30,4 %, Mg – на 74,8 %, Р – на 46,9 % и Fe – на 56,5 % в опытном образце по сравнению с контрольным (таблица 1).

Таблица 1

Пищевая и энергетическая ценность 100 г кекса

Наименование показателей	Содержание в образцах кекса	
	контрольного	опытного
Масса белков, г	6,5	7,6
Масса жиров, г	20,7	15,6
Масса углеводов, г	51,8	51,5
Пищевые волокна, г	1,3	5,8
ПНЖК, г	2,5	7,8
в т.ч. Омега-3, г	-	0,16
Энергетическая ценность, ккал/100г	420	377
Витамины		
А, мкг	53,0	58,9
В1, мг	0,1	0,2
В2, мг	0,1	0,2
В8, мг	-	2,1
РР, мг	0,5	0,9
Минеральные вещества		
Na, мг	61,4	134,7
К, мг	78,3	216,9
Са, мг	21,5	30,9
Mg, мг	8,9	35,3
Р, мг	72,5	136,5
Fe, мг	1,0	2,3
Si, мг	-	1,2

Благодаря использованию новых видов сырья полученный кекс был обогащен витамином В8, кремнием и омега-3-жирными кислотами. При этом снизилась калорийность на 10,2 % и содержание жиров - на 24,6 % по сравнению с контрольным образцом.

Комплексное использование муки ржаной, солодового экстракта, масла подсолнечного и продукта «Omega-360™ Pure 22-3» позволяет не только повысить пищевую ценность и снизить калорийность кексов, но и расширить ассортимент мучных кондитерских изделий.

Таким образом, установлена возможность обогащения химического состава кекса пищевыми волокнами, полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами, микро- и макроэлементами, определены дозировки новых видов сырья с целью повышения пищевой ценности кекса.

Список литературы:

1. Магомедов Г.О. Совершенствование технологии мучных кондитерских изделий / Г.О. Магомедов, А.Я. Олейникова, Т.А. Шевякова; Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж: ВГТА, 2008. 200с.
2. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2002. 236с.
3. Кузнецова Л.И. Солодовые экстракты - новый вид сырья для хлебобулочных изделий и пряников [Текст] / Л.И. Кузнецова, Н.Д.Синявская, Е.П. Шилкина., Г.В. Мельникова // Хлебопечение России. 2002. № 4. С. 23 – 25.
4. Караева Л.В. Жировое сырье для производства мучных кондитерских изделий. // Кондитерское производство. 2006. №6.
5. Омега-3 жирные кислоты, производимые компанией Denomega. // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. 2012. №1. С.8.

УДК637.141.8

ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ ПОДГОТОВКИ КОНЦЕНТРАТА МЯКОТИ АРБУЗА С ЦЕЛЮ ПРИМЕНЕНИЯ ЕГО В КАЧЕСТВЕ АНТИОКСИДАНТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

С.Б. Бросалин, Т.Н. Евстигнеева, Е.В. Лузгина

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

romihka@mail.ru

Важнейшей проблемой молочной отрасли является максимальное сохранение качества произведенной продукции в процессе ее хранения. Вещества, образующиеся в результате гидролитических и окислительных изменений, происходящих в продуктах при хранении, приводят не только к снижению их качества, но и проявляют токсическое действие на организм человека. Одним из путей решения данной проблемы является введение в состав молочных продуктов компонентов растительного происхождения, обладающих антиоксидантной активностью.

Антиоксидантами, как известно, могут быть соединения различных групп. Специфичность их действия заключается в том, что они реагируют с активными радикалами, образуя малоактивные радикалы. В связи с этим антиоксиданты целесообразно использовать в пищевых производствах для увеличения сроков годности продуктов, в первую очередь жиросодержащих, а также в качестве профилактического средства для предотвращения окислительного стресса в организме человека [2].

Целью настоящей работы являлось отработка режимов подготовки концентрата мякоти арбуза с целью применения его в качестве антиоксиданта при производстве кисломолочных продуктов.

Красный цвет мякоти арбуза обусловлен каротиноидным пигментом ликопином. Ликопин содержится в красном веществе многих овощей и фруктов, например, томатах, гуаве и других. Ликопин является нециклическим изомером бета-каротина. В клетках растений ликопин выступает как предшественник всех остальных каротиноидов, включая бета-каротин [1].

На первом этапе исследований отработывали способ подготовки мякоти арбуза. С целью получения сырья среднего состава были использованы спелые арбузы, приобретенные в различных торговых сетях. Из нескольких арбузов извлекали мякоть, отделяли ее от семечек и помещали в одну емкость.

Первоначально мякоть арбуза протирали сквозь металлическое сито, при этом на нем оставалось значительное количество волокон. Данный способ подготовки мякоти был признан нерациональным. По второму методу мякоть измельчали на блендере до получения однородной кашеобразной массы.

Измельченную мякоть арбуза характеризовали по массовой доле сухих веществ, рН, антиоксидантной активности, органолептическим показателям (табл.1).

Характеристика измельченной мякоти арбуза

Показатель	Характеристика
Вкус	Чистый выраженный вкус арбуза, без посторонних привкусов
Запах	Арбузный, без посторонних запахов
Консистенция	Жидкая, однородная, кашеобразная, с большим количеством мелких частиц волокон
Цвет	Красный
Массовая доля сухих веществ, %	5±1
pH, ед. pH	5,46±0,1
Антиоксидантная активность, мкг/мл аскорбиновой кислоты	15

Полученную измельченную мякоть разливали в ёмкости по 500 мл, замораживали при температуре минус 18°C в морозильной камере холодильника и хранили в замороженном состоянии при этой же температуре.

В связи с тем, что массовая доля сухих веществ в мякоти арбуза невысока, посчитали более целесообразным использовать ее в качестве источника антиоксидантов в концентрированном виде.

Замороженную мякоть арбуза размораживали и заливали в металлическую кювету в количестве 450 г. Концентрирование (сгущение) мякоти арбуза проводили в воздушном стерилизаторе (сушилке) HS 61 при температуре от 60 до 130°C с шагом 10 °C (при постоянной работе вентилятора). В процессе сгущения кювету взвешивали, сгущение заканчивали при снижении веса образца до заданной величины, что способствовало получению концентратов мякоти арбуза с близкими значениями массовой доли сухих веществ.

Так как основная цель настоящего исследования состоит в обогащении молочных продуктов растительными антиоксидантами, важнейшим критерием выбора температуры сгущения мякоти арбуза явилась оценка антиоксидантной активности концентрата (табл.2). Как видно из табл. 2, температурный режим сгущения мякоти арбуза не оказывает заметного влияния на антиоксидантную активность концентрата мякоти арбуза (КМА).

Таблица 2

Изучение влияния температурного режима сгущения мякоти арбуза на антиоксидантную активность КМА

Температура сгущения, °C	70	80	90	100	110	120	130
Массовая доля сухих веществ, %	40,0	42,2	39,1	42,0	42,2	40,7	43,4
Антиоксидантная активность КМА, мкг/мл аскорбиновой кислоты	112	119	101	115	118	114	126

Естественно, с увеличением температуры сгущения процесс испарения влаги происходил быстрее.

Значение pH концентрата мякоти арбуза в опытных образцах составляло от 5,4 до 5,5. Вполне очевидно, что при производстве кисломолочных напитков наполнитель с подобным значением pH целесообразно вносить в сквашенную смесь. На первый план в данном случае выступают требования к микробиологической чистоте наполнителя.

Образцы концентрата мякоти арбуза, полученные при выше указанных режимах, а также образец исходной мякоти арбуза, были отправлены на исследование в Ленинградскую межобластную ветеринарную лабораторию (ФГБУ «Ленинградская МВЛ») для определения в них КМА-ФАНМ и дрожжей (табл.3).

Установлено, что минимальная температура сгущения 60 °C была достаточной для того, чтобы получить КМА, в 1 г которого отсутствовали дрожжи, в то время как в исходной мякоти арбуза их содержание составляло $2,5 \times 10^3$ КОЕ/г.

Согласно СанПин 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», наполнители, применяемые для производства кисломолочных напитков, по микробиологическим показателям должны отвечать следующим требованиям: КМА-ФАНм не более $5 \cdot 10^3$ КОЕ/г, дрожжи не должны быть обнаружены в 1 г продукта.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что температура сгущения мякоти арбуза 80 °С является достаточной для получения КМК с требуемыми микробиологическими характеристиками и высоким содержанием растительных антиоксидантов.

Список литературы:

1. Armstrong GA, Hearst JE. Genetics and molecular biology of carotenoid pigment biosynthesis FASEB J. 1996 Feb.
2. Sheri-Ann Tan, Sonia R. Protective effects of papaya extracts on tert-butyl hydroperoxide mediated oxidative injury to human liver cells/ Centre for Chemical Biology, Universiti Sains Malaysia, 11800, Penang, Malaysia. Free radicals and antioxidants vol.2/issue 3/ Jul – Sep 2012, p. 10-19.

УДК 637.07

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЙОГУРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАМЕНИТЕЛЯ САХАРА «СТЕВИИ»

Е.А. Скриплева, Т.П. Арсеньева

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

4ernamurka@rambler.ru

В настоящее время особое внимание уделяется разработке продуктов питания функциональной направленности, сбалансированных по основным пищевым ингредиентам.

В мире проявляется большой интерес к низкокалорийным подслащивающим веществам растительного происхождения, к которым относится заменитель сахара «стевия» или стевиозид, (который превосходит по сладости сахарозу в 250-300 раз), извлекаемый из листьев стевии.

Стевиозид считается безвредным натуральным подсластителем низкой энергетической ценности, нетоксичным, не обладающим мутагенным, канцерогенным действием. К основным достоинствам дитерпеновых гликозидов относятся сладкий вкус без постороннего привкуса, практически нулевая энергетическая ценность (ввиду отсутствия в пищеварительной системе человека ферментов, расщепляющих стевиозид на стенол и глюкозу), консервирующие и ароматизирующие свойства, устойчивость к нагреванию, длительному хранению, воздействию кислот и щелочей, толерантность к микроорганизмам, хорошая растворимость в воде, небольшая дозировка, безвредность при длительном употреблении, включение в обмен веществ без участия инсулина. Гликозиды в сочетании с другими компонентами, содержащимися в стевии, предотвращают развитие болезнетворных бактерий и вирусов, а также обладают противовоспалительной способностью. Продукты переработки стевии положительно влияют на кроветворение, улучшают процессы обмена, способствуют профилактике атеросклероза, снижают степень табачной зависимости.

Стевиозид показан к применению при профилактике и лечении сахарного диабета первого и второго типа, ожирения, гипертонической болезни, атеросклероза, сердечно-сосудистых заболеваний и др.

Топинамбур — многолетнее травянистое растение, известное также под названием «земляная груша». Клубни топинамбура содержат инулин (от 16 до 18 %), богаты витамином В1, витамином С, каротином.

Как ключевой источник инулина, биологически активного заменителя сахара, топинамбур имеет повышенную ценность для людей, страдающих от панкреатического диабета. Регулярный прием этого продукта позволяет стабилизировать уровень сахара в крови и снижает потребности организма в инсулине.

Сироп топинамбура — довольно сладкий продукт из-за наличия фруктанов – редких полимеров, которые ведут себя в организме человека несколько иначе, чем привычные для нас глюкоза и фруктоза. Натуральный сироп топинамбура содержит, около 40% растительного волокна, в котором как раз и сосредоточен сладкий полимер. Такое волокно дарит длительное чувство насыщения, поскольку не разлагается в желудке. Топинамбур обладает выраженными антиоксидантными свойствами и успешно выводит из организма радионуклиды, токсины и соли тяжелых металлов. А это весьма актуально, особенно для жителей больших городов. Это отличное средство для снижения холестерина.

В настоящее время сахарный диабет занимает одно из ведущих мест среди широко распространенных заболеваний неинфекционной природы.

Высокая распространенность диабета в развитых странах, в том числе и в России, ставят сахарный диабет в ряд социальных болезней, требующих широкого проведения лечебно-профилактических мероприятий. В этой связи проблема разработки продуктов функционального назначения приобретает особую актуальность.

Традиционная диета больных сахарным диабетом, подразумевает ограничение углеводов, в частности сахарозы. Поэтому возникает необходимость в разработке новых диабетических продуктов и их рецептуре, к оценке биологической и пищевой ценности готовой продукции.

Задачами данной проблемы явилось:

- подобрать виды компонентов растительного происхождения: стевии и сиропа топинабура (без сахара).
- обосновать дозу их внесения, изучить влияние их на качество продукта.

Технологический процесс осуществлялся по известной традиционной технологии, термостатным способом. Молоко пастеризовали при температуре 90-95⁰С с выдержкой 2-8 минут, охлаждали до 45⁰С, вносили закваску, перемешивали и термостатировали в течение 4 часов.

Контролем служил образец без внесения добавок. В опытные образцы после термостатирования для определения влияния концентрации вносимых добавок вносили отдельно от 0,05 до 0,3% дозы стевии с шагом 0,05%, и от 1 до 5% сиропа топинабура с шагом 0,5%. Проводили органолептическую оценку образцов и относительную вязкость. Относительную вязкость определяли на вискозиметре ВЗ-246 с использованием сопла диаметром 4мм.

Органолептическая оценка опытных и контрольного образцов с добавлением стевии представлена в таблице 1, с добавлением сиропа топинабура представлена в таблице 2.

Таблица 1

Органолептическая оценка образцов с различной концентрацией стевии

Концентрация стевии, %	Вкус и запах	Консистенция и внешний вид	Цвет
Контрольный	Чистый кисломолочный	Однородная, вязкая	Белый
Проба со стевией 0,05%	Чистый кисломолочный, в меру сладкий	Однородная, вязкая	Белый
Проба со стевией 0,1%	Чистый кисломолочный, сладкий с привкусом стевии	Однородная, вязкая	Белый
Проба со стевией 0,15%	Чистый кисломолочный, излишне сладкий с привкусом стевии	Однородная, вязкая	Белый
Проба со стевией 0,2%	Чистый кисломолочный, излишне сладкий с привкусом стевии	Однородная, вязкая	Белый
Проба со стевией 0,25%	Чистый кисломолочный, излишне сладкий с ощущением горечи	Однородная, вязкая	Белый
Проба со стевией 0,3%	Чистый кисломолочный, излишне сладкий с ощущением горечи	Однородная, вязкая	Белый

Органолептическая оценка образцов с различной концентрацией сиропа топинамбура

Концентрация стевии, %	Вкус и запах	Консистенция и внешний вид	Цвет
Контрольная проба	Чистый кисломолочный	Однородная, вязкая	Белый
Проба с сиропом топинамбура 1%	Чистый кисломолочный, недостаточно сладкий	Однородная, вязкая	Белый
Проба с сиропом топинамбура 1,5%	Чистый кисломолочный, недостаточно сладкий	Однородная, вязкая	Белый
Проба с сиропом топинамбура 2%	Чистый кисломолочный, недостаточно сладкий	Однородная, вязкая	Белый
Проба с сиропом топинамбура 2,5%	Чистый кисломолочный, недостаточно сладкий	Однородная, вязкая	Белый
Проба с сиропом топинамбура 3%	Чистый кисломолочный, в меру сладкий	Однородная, вязкая	Белый
Проба с сиропом топинамбура 3,5%	Чистый кисломолочный, сладкий	Однородная, вязкая	Белый
Проба с сиропом топинамбура 4%	Чистый кисломолочный, сладкий с привкусом топинамбура	Однородная, вязкая	Белый
Проба с сиропом топинамбура 4,5%	Чистый кисломолочный, излишне сладкий с привкусом топинамбура	Однородная, вязкая	Белый
Проба с сиропом топинамбура 5%	Чистый кисломолочный, излишне сладкий с привкусом топинамбура	Однородная, вязкая	Белый

Как видно из таблицы 1 наиболее благоприятными свойствами по органолептическим показателям обладает образец с концентрацией стевии 0,05%, а из таблицы 2 наиболее благоприятно на органолептических показателях сказывается доза внесения сиропа топинамбура 3 – 3,5%.

Внесение стевии не зависимо от концентрации на относительную вязкость не повлияло, среднее значение составляло 30с. Изменение относительной вязкости в зависимости от концентрации сиропа топинамбура представлено на рис 1.



Рис. 1. Изменение относительной вязкости образцов в зависимости от концентрации сиропа топинамбура

Как видно из данных представленных на рисунке 1, с увеличением концентрации сиропа топинамбура, вязкость уменьшается, но незначительно.

В результате проведенных исследований была выбрана доза внесения стевии 0,05%, сиропа топинамбура 3 – 3,5%. При данной совместной концентрации обоих компонентов, готовый опытный образец

по органолептическим показателям имел чистый кисломолочный, в меру сладкий вкус. Относительную вязкость от 28,5 до 29,0 с.

В дальнейших исследованиях необходимо провести сравнительные исследования по внесению данных ингредиентов непосредственно вместе с закваской или на этапе нормализации смеси.

Список литературы:

1. Рыжакова А.В. Товароведение и экспертиза кондитерских товаров. М.: Изд-во "Академия", 2005. 224 с.

2. Тутельян В.А., Спиричев В.Б., Суханов Б.П., Кудашева В.А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. М.: «Колос», 2002. 368 с.

УДК 637.07 / 637.04

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ВОДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ИХ КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Е.П. Сучкова, Д.В. Герасимов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

gerasimov_dv90@rambler.ru, silena07@bk.ru

В нынешнем непрерывно развивающемся мире научно-технический прогресс во всех областях, включая пищевую отрасль, неизбежен.

В нашем случае интересна такая область пищевой отрасли как молочная промышленность.

Молочная промышленность весьма важная составляющая пищевой отрасли в свете постоянной востребованности населением. В любой семье всегда есть какой-либо продукт: будь то молоко, сливки, сметана, йогурт, мороженое и т. д. Перечисленные молочные продукты могут быть сделаны как на основе натурального молока, так и содержать в себе восстановленные компоненты – сухие молочные консервы.

В применении молочных консервов в производстве молочных продуктов нет ничего страшного, это распространено повсеместно. Но все же восстановленный продукт уже не имеет той природной структуры, которой обладает натуральное молоко. Восстановленное молоко уже не будет усваиваться человеческим организмом на том уровне, на котором обычно усваивается натуральное.

Для восстановления сухих молочных консервов (да и для любых других сухих продуктов), естественно, применяется питьевая вода. Питьевая вода в свою очередь, чтобы стать пригодной к употреблению в пищу, подвергается ряду последовательных операций очистки и дезинфекции, что, так же как и в случае с сухими консервами, является причиной частичной утраты природной структуры.

При восстановлении питьевой водой сухих молочных консервов, мы получаем безопасный и пригодный к употреблению продукт. Но, как уже сказано выше, с меньшей способностью усваиваться организмом человека. Тут и возникает необходимость в разработке и применении новых, современных методов обработки продуктов с целью улучшения их структурных свойств и повышения усвояемости организмом питательных компонентов восстановленных объектов.

Одними из приемов могут выступать методы специальной обработки воды или водной части восстановленных молочных продуктов.

Методы специальной обработки воды подразумевают целенаправленное придание воде определенных свойств. Например, сухое молоко в такой воде может лучше растворяться, приобретать лучшие органолептические и физико-химические свойства, а сама система – раствор, полученный в результате восстановления сухих компонентов – может приобретать определенную структуру, сходную со структурой натуральных молочных продуктов.

Под воздействием специальной обработки воды или водной составляющей восстановленных молочных продуктов, может выравниваться кислотонакопление в процессе сквашивания, может ускоряться процесс образования сгустка при производстве сыров, а сам сгусток может лучше отделять сыворотку и быть более плотным.

Почему же речь идет именно о воде и водной составляющей? Вода является источником сверхслабого и слабого переменного электромагнитного излучения. Наименее хаотичное электромагнитное излучение создаёт структурированная вода. В таком случае может произойти индукция соответствующего электромагнитного поля, изменяющего структурно-информационные характеристики биологических объектов с последующим переносом заряда по цепочке диполей молекул воды – то есть перенос информации. Переносчиками информации могут быть физические поля самой различной природы. Так, установлена возможность информационного взаимодействия структуры воды с объектами различной природы при помощи электромагнитных, акустических и других полей.

В качестве информационных носителей, которые оказывают действие на воду, могут использоваться уникальные разработанные стеклянные колбы со специально подобранными минералами. На минералы записана информация биологических объектов, которая передается через стекло колб на водную среду.

В рамках проводимых исследований была сформирована первичная схема исследования (Табл. 1).

Таблица 1

Схема исследования		
Исследование	Объект исследования	Определяемый показатель
Исследование воды, обработанной информационными носителями (активаторами), а также без активации	Вода Вода, обработанная информационными носителями	Определение активности воды
Исследование процесса подготовки молока обезжиренного восстановленного	Молоко обезжиренное восстановленное	Определение индекса растворимости сухого молока
		Определение титруемой кислотности
		Определение активной кислотности (рН)
		Определение содержания сухих веществ
Исследование процесса свертывания молока сычужным ферментом	Молоко обезжиренное восстановленное Молоко обезжиренное восстановленное активированное	Проба на сычужное свертывание
Исследование процесса сквашивания молока	Молоко обезжиренное восстановленное Молоко обезжиренное восстановленное активированное	Определение титруемой кислотности
		Определение активной кислотности (рН)

Как видно из таблицы, объектами исследования были выбраны:

1. вода питьевая, соответствующая требованиям СанПиН 2.1.4.1074–01;
2. молоко обезжиренное сухое по ГОСТ Р 52791–2007;
3. молоко обезжиренное восстановленное;
4. специальные активаторы.

На данный момент идет накопление и формирование базы результатов, посредством многократного повторения опытов, с целью последующей математической обработки. Это позволит более точно проанализировать полученные результаты и сформулировать обоснованные выводы.

Список литературы:

1. Герасимов Д. В., Сучкова Е. П., Лаптева Н. Г. Необходимость специальной обработки воды в производстве молочных продуктов на основе восстановленных компонентов // Успехи современного естествознания. 2013. № 1. С. 169 – 170.
2. Максимюк Н. Н., Николаев Г. А., Трофимов И. Н. Инновационные технологии в практике кормления сельскохозяйственных животных // Сборник Вестник академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. Том 15. 2010, №3. с. 67 – 71.
3. Мосин О. В., к. х. н. Структурированная вода. Способы ее получения. // http://www.o8ode.ru/article/water/ctrukturirovanna_a_voda_sposoby_polu4enia.htm.

УДК 637.146

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СТАБИЛИЗАТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОНСИСТЕНЦИИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ КОКТЕЙЛЕЙ

Н.Р. Ткачев, Е.П. Сучкова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

rx-837@yandex.ru, silena07@bk.ru

Огромное разнообразие молочных продуктов на прилавках российских магазинов показывает, что население отдаёт предпочтение как знакомым и привычным продуктам из молока, так и продуктам, которые до недавнего времени не входили в список производимых промышленностью, а представляли собой ассортимент предприятий общественного питания или приготавливались в домашних условиях. Современный ритм жизни диктует свои условия и в плане выбора и разнообразия молочных продуктов. Выбираются продукты, которые просты в приготовлении при минимуме затраченного на это времени. Однако требования к качеству и полезным свойствам таких продуктов не снижаются, а, наоборот, в большинстве случаев, повышаются. Одним из таких продуктов, пользующихся устойчивым спросом у населения России различных возрастов, являются молочные коктейли с различными вкусовыми добавками и наполнителями. Напитки обладают пищевой ценностью и заряжают энергией, повышают общий тонус организма и улучшается эмоциональное состояние человека.

Приготовление коктейлей в домашних условиях требует наличия всех ингредиентов, возможности правильного составления смеси согласно рецептуре и аппарата для её взбивания. Гораздо удобнее купить в магазине уже готовый коктейль или смесь для взбивания и быстро приготовить коктейль с минимумом затрат. Однако на прилавках достаточно скудно представлено разнообразие такого полезного и всеми любимого, а особенно детьми, продукта. Это связано и с определенными трудностями производства напитков в промышленных условиях. В первую очередь требуется при составлении смесей обеспечивать правильное соотношение компонентов при соблюдении ряда условий и специальных технологических приемов.

Чаще всего в качестве основы для коктейлей выбирается цельное или нормализованное пастеризованное молоко и различные наполнители, которые позволяют придать напитку нежный и приятный вкус, позволяют смеси легко взбиваться. При разработке рецептур молочных коктейлей важным компонентом являются стабилизаторы структуры коктейля, которые позволяют создать однородную нежную консистенцию продукта с устойчивой пеной. Основным пенообразующим компонентом в большинстве коктейлей является яичный белок, однако этот продукт может вызывать аллергии, поэтому многие используют сироп корня солодки. Спектр рецептур для приготовления этих напитков достаточно широк, есть разработки и для промышленного производства. Одним из препятствий в употреблении таких коктейлей является то, что многие люди, а том числе дети, страдают непереносимостью лактозы (молочного сахара) и им приходится отказываться от молока. Можно в этом случае применять низколактозное и безлактозное молоко, которое не уступает натуральному молоку ни по полезным свойствам, ни по вкусу. Но это значительно удорожает продукт. Поэтому нами была рассмотрена возможность применения в качестве основы смеси для коктейлей кисломолочных напитков. Были выбраны кефир и ряженка.

Применение кисломолочного продукта вместо молока делает продукт ещё более полезным. Такой молочный коктейль может позиционироваться как продукт функционального назначения, имеет дополнительные преимущества, к примеру, для больных диабетом, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, для людей, страдающих излишним весом. Помимо этого, кисломолочный продукт обладает нежной консистенцией, приятным вкусом и запахом и отлично утоляет жажду.

В ходе исследований было выявлено, что при приготовлении продукта на основе кисломолочных напитков очень сложно удержать однородную консистенцию, продукт быстро расслаивался. Помимо этого смесь плохо взбивалась, и пенообразование было низким, продукт плохо насы-

шался воздухом, и пена быстро оседала. Более приемлемые результаты были получены при использовании ряженки и в дальнейших исследованиях её применяли в качестве основы.

В результате дальнейших исследований нами было установлено, что использование готовых кисломолочных напитков нерационально, так они уже имеют устойчивую структуру, и введение компонентов для приготовления коктейлей позволяет получить продукт только для непосредственного употребления сразу же после смешивания и взбивания. Поэтому рассматривалась возможность получения основы в результате сквашивания смеси для коктейля с использованием заквасок молочнокислых бактерий. Рядом исследователей отмечалась возможность использования отдельных видов молочнокислых бактерий с целью направленного регулирования пенообразующих свойств молока. Нами были использованы закваски для ряженки и йогурта.

На следующем этапе была поставлена задача подбора стабилизаторов, которые справились бы с этими проблемами и позволили получить продукт заданной консистенции. В ходе исследований были выбраны стабилизатор желатин, агар-агар, палсгаард и лецитин. Лецитин, помимо прочего, вводили с целью замены яичного белка, который часто применяют в производстве коктейлей, но его употребление может спровоцировать аллергические реакции, особенно у детей. Особое внимание уделялось возможности стабилизатора к взбиванию и устойчивости пены, поэтому были разработаны способы подготовки и внесения стабилизаторов. Доза внесения стабилизатора составляла от 0,5 до 2,0 %. Смесь сквашивалась и исследовались её органолептические показатели, способность к взбиванию и устойчивость пены.

В результате было выявлено, что лучшими показателями обладали образцы с использованием желатина в количестве 0,5% и лецитина в количестве 1%. Продукт хорошо взбивался и в охлажденном состоянии сохранял взбитую консистенцию в течение определенного времени. Дальнейшие исследования будут направлены на отработку дозы внесения стабилизаторов и при их совместном применении и на разработку рецептуры смеси для сквашивания. В качестве вкусовых наполнителей перспективными являются, ранее нами отработанные для внесения в молочный коктейль и способствующие пенообразованию, чернослив, морковный сок с мякотью, а также абрикосовый, персиковый и другие соки с мякотью. Особенности состава и свойств коктейлей на кисломолочной основе требуют также отработки технологического процесса их производства.

Список литературы:

1. Мороженое и молочные коктейли. Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2011, 10 с.
2. Просеков А.Ю. Теоретическое обоснование и технологические принципы формирования молочных пенообразных дисперсных систем: Дис. д-ра техн. наук: 05.18.04: Кемерово, 2004, 450 с.
3. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.1. Цельномолочные продукты. СПб.: ГИОРД, 2004. 376 с.
4. Умбло Э. Мороженое, шербеты и другие холодные десерты.: Аркаим, 2004. 94 с.

УДК 637.344

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ШТАММ *PROPIONIBACTERIUM SHERMANII* ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА СРЕДАХ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Б.С. Шершенков, Е.П. Сучкова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

boris.shershenkov@list.ru

Одной из важнейших групп биологически-активных соединений, участвующих в жизнедеятельности человека, является витамин В₁₂ – группа кобальтсодержащих биологически-активных корриноидных соединений, известных как внешний фактор Кастанта, которые обеспечивают кроветворную функцию, способствуют нормализации функции печени и регенерации нервной ткани [2].

Всасывание витамина происходит в тонком кишечнике после взаимодействия в желудке с внутренним фактором Кастанта, который секретруется клетками слизистой оболочки желудка и обеспечивает его абсорбцию, поэтому основное его количество должно поступать с пищей.

В природе эти соединения синтезируются исключительно некоторыми видами микроорганизмов и накапливаются в различных органах и тканях животных [4], поэтому основным источником витамина являются высококачественные пищевые продукты животного происхождения, не всегда доступные для рядового потребителя.

Относительная алиментарная недостаточность витамина В₁₂ может быть исправлена введением в рацион специальных обогащённых пищевых продуктов, в которые витамин В₁₂ вносится искусственно, однако его синтез отличается высокой сложностью, и, несмотря на развитие биотехнологических методов получения, он остаётся одним из наиболее дорогостоящих витаминов [2].

Одним из важнейших продуцентов витамина являются пропионовокислые бактерии, в клетках которых он находится в 5'-аденозильной форме, биологически-активной для человека. Морфологически это неподвижные бесспорные палочки разной величины, способные расти как в анаэробных, так и в аэробных условиях. Они активно сбраживают глюкозу, сахарозу, лактозу и пентозы, благодаря чему способны активно развиваться на различных субстратах [4,6].

В частности, перспективным субстратом для культивирования пропионовокислых бактерий с целью получения витамина является молочная сыворотка, переработка которой остаётся серьёзной проблемой для мировой молочной промышленности. Сыворотка содержит от 4,2 до 7,5% лактозы, а также большое количество микро- и макроэлементов, азотистых веществ и витаминов [4]. Всё это позволяет рассматривать её как полноценную питательную среду, которая может быть основой для производства различных обогащённых продуктов питания, в частности плавящихся сыров, мучных продуктов и кондитерских изделий с целью обеспечения потребности в витамине, а также позволит частично решить проблему утилизации молочной сыворотки.

Однако известные способы микробиологического получения витамина требуют длительного многоступенчатого процесса синтеза, высокотемпературной обработки, а также использование для стабилизации и экстракции витамина таких опасных веществ, как цианиды и фенол, применение которых на пищевом предприятии недопустимо [5].

Альтернативой этим методам может служить ультразвук, который уже зарекомендовал себя как мощный и экономичный инструмент для проведения многих операций в разных отраслях промышленности.

Одним из наиболее перспективных применений ультразвука является активизация различных биохимических реакций в озвучиваемой среде, что позволяет направленно влиять на обмен веществ в клетках бактерий и таким образом повышать выход целевого продукта без увеличения длительности производственного процесса [1, 5, 7, 8].

С целью определения влияния ультразвуковой обработки на метаболизм бактерий производилось культивирование клеток промышленного штамма *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* в среде на основе восстановленной молочной сыворотки с концентрацией лактозы 5% с обработкой субстрата ультразвуком низкой интенсивности на частоте 20 КГц в течение 10 и 20 минут каждые 24 часа.

Для исследования метаболической активности бактерий в процессе культивирования определялась титруемая кислотность сыворотки для определения количества синтезируемых бактериями органических кислот (первичные метаболиты), а также производилось фотометрическая оценка концентрации корриноидных соединений в сброженной сыворотке.

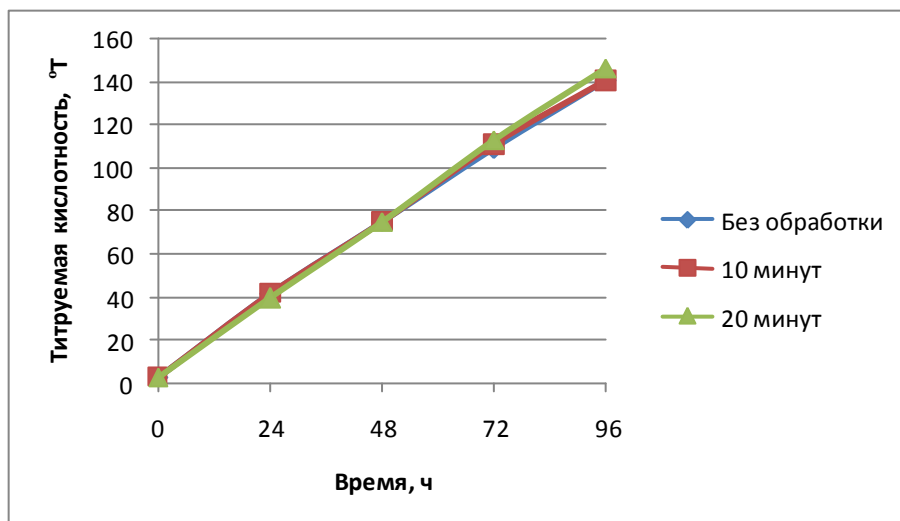


Рис. 1. Нарастание титруемой кислотности в процессе культивирования при различных режимах обработки культуральной среды

При этом выяснено, что при увеличении длительности озвучивания также незначительно увеличивается нарастание титруемой кислотности, что говорит об ускорении процессов брожения и небольшом увеличении активности бактерий [1,6].

После завершения процесса сбраживания производилась термическая деструкция клеток и фильтрация среды, которая затем фотометрировалась.

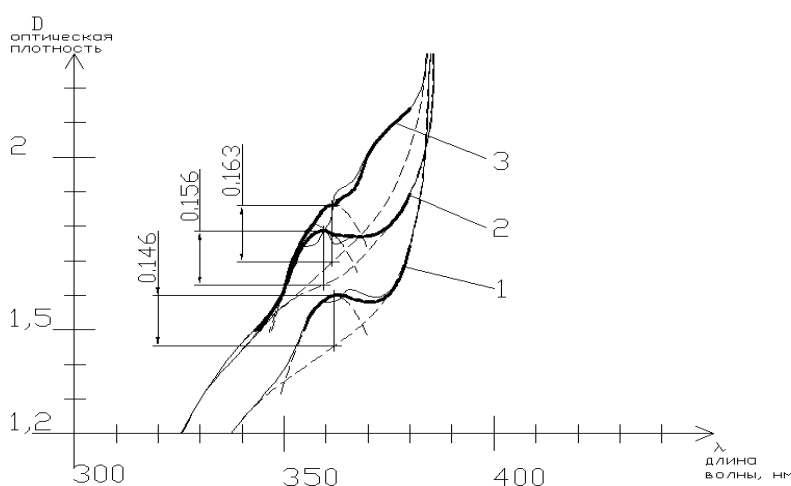


Рис. 2. Фрагмент усреднённых спектров поглощения образцов сброженной сыворотки в области поглощения порфиринового кольца

Наиболее выраженный максимум поглощения света в видимой области образуемых в процессе роста пропионовокислых бактерий корриноидов, по которому определяется их концентра-

ция в среде, относится к порфириновому кольцу и имеет значения от 351 до 375 нм для различных форм витамина [2,3].

Концентрация кобаламинов в среде оценивалась по принципу аддитивности с помощью заранее построенного калибровочного графика и для полученных значений поглощения составила примерно 8,9 мг/л при культивировании без обработки, 9,5 мг/л при 10-минутной обработке и 9,9 мг/л при 20-минутной обработке.

Благодаря полученным результатам можно сделать вывод, что с помощью ультразвуковой обработки можно проводить направленную модуляцию метаболической активности бактерий для увеличения конечного выхода витамина В₁₂ без увеличения длительности производственного процесса, что может быть использовано также и в производстве различных ферментированных пищевых продуктов, обогащённых витамином В₁₂ и его аналогами.

Список литературы:

1. Акопян Б.В., Ершов Ю.А. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Учеб. пособие / Под ред. С. И. Щукина. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 224 с.
2. Беликов В.Г. Фармацевтическая химия. В 2 ч.: Учебн. пособие. 4-е изд., перераб. и доп. М.: МЕДпресс-информ, 2007. 624 с.
3. Долгов В.В., Ованесов Е.Н., Щетникович К.А. Фотометрия в лабораторной практике. М.: Российская медицинская академия последипломного образования, 2004. 142 с.
4. Залашко М.В. Биотехнология переработки молочной сыворотки. М.: Агропромиздат, 1990. 192 с.
5. Сучкова Е.П., Шершенков Б.С. Технологические решения при получении обогащённой витамином В₁₂ молочной сыворотки. // ЭНЖ «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. Вып. №1 март. [Электронный ресурс]//<http://processes.open-mechanics.com/articles/712.pdf>
6. Шлегель Г. Общая микробиология: Пер. с нем. М.: Мир, 1987. 567 с.
7. Ekaterina V. Rokhina, Piet Lens, Jurate Virkutyte «Low-frequency ultrasound in biotechnology: state of the art», Elsevier Ltd. – 2009. [Электронный ресурс] // <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167779909000493>
8. Yusuf Chisti «Sonobioreactors: using ultrasound for enhanced microbial productivity», Elsevier Ltd. 2002. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167779902000331>

УДК 663.241

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ ИЗ ДУБОВОЙ СТРУЖКИ ЯБЛОЧНЫМИ СПИРТОВЫМИ ДИСТИЛЛЯТАМИ

И.А. Тимшина, В.Б. Тишин

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

irisik-timshina@mail.ru

Кальвадос – крепкий алкогольный напиток, приготовленный при выдержке яблочного спирта в дубовых бочках или эмалированных резервуарах с погруженной дубовой клепкой [1].

Выдержку спиртов производят в помещениях, позволяющих поддерживать температуру воздуха 18-20 °С и относительную влажность 75-85 %. Спирты выдерживают в дубовых бочках, отвечающих требованиям ТУ 10.24.15-90 и также в стальных эмалированных резервуарах с погруженной дубовой клепкой [4].

При выдержке спиртов в эмалированных цистернах, в них предварительно загружают обработанную дубовую клепку, соответствующую требованиям ТУ 10.24.14-90, из расчета удельной поверхности 700-900 см²/дал [3].

При закладке спиртов в эмалированные резервуары со старой клепкой рекомендуется обогащать спирт экстрактом дуба до достижения экстрактивности 0,4 – 0,6 г/дм³ [3].

При длительной резервуарной выдержке в спиртах происходит ряд сложных физико-химических процессов. В спирт переходят из дубовой древесины, растворенные высокомолекулярные соединения (лигнин, танины, гемицеллюлоза, ароматические вещества, органические кислоты, красящие вещества), способствующие формированию, как букета, так и цвета и структуры напитка [2].

Реакции между компонентами спирта и древесины протекают в порах клепки, куда проникает кислород воздуха. Поглощение кислорода зависит от содержания в спирте экстракта веществ древесины. На первых порах происходит образование перекисей, которые в дальнейшем вызывают окисление компонентов спирта, что необходимо для формирования сложного букета напитка [2].

На основании предварительно проведенных исследований известно, что процесс экстракции компонентов древесины зависит от температуры, при которой происходит процесс экстракции, структуры древесины, её пористости и рН среды. А какую роль при этом играет кислород воздуха, является на сегодняшний момент недостаточно изученным.

Для работы использовались яблоки, произрастающие в Псковской области, с показателями, представленными в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели яблок

Влажность, %	Содержание сахара, г/см ³	Кислотность, г/100 мл
82,00	8,40	0,63

Был приготовлен сброженный яблочный виноматериал. В процессе получения виноматериала для более полного выделения сока использовался ферментный препарат Фруктоцим МА. Данный ферментный препарат используют для повышения выхода сока, осветления и стабилизации напитков и предотвращения окислительных процессов в изготавливаемых из яблок продуктах.

Принцип действия пектолитического ферментного препарата Фруктоцим МА заключается в гидролизе пектиновых веществ в ходе приготовления напитков на основе яблок. Доза внесения 50 мл на 1 т. Полученный виноматериал центрифугированием отделяли от взвесей, состоящих главным образом из дрожжей, и после этого перегоняли на ректификационной колонне. В результате этих процессов получается яблочный дистиллят.

Для проведения эксперимента использовали яблочный дистиллят крепостью 55 % по объему. Было приготовлено 4 образца, в которые предварительно вносилась дубовая стружка. Доза внесения составила 10 г стружки на 1 л дистиллята. Затем исследуемые образцы были термостатированы. Созревание и старение спиртов сопровождается экстракцией компонентов дуба и их химическими превращениями под действием температуры и кислорода.

Эксперименты проводились в течение 7 суток при температурах 40, 50, 60 и 70 °С. В течение первой недели выдержки измерялось количество растворенного кислорода. Результаты показаны на графике 1.

Сначала анализировалось изменение содержания кислорода во время выдержки, и было замечено снижение его количества в течение первой недели эксперимента. Это можно объяснить тем, что кислород расходуется на окислительные процессы, в которых участвуют компоненты яблочного дистиллята и дубовой стружки. Окислительно-восстановительные процессы в спирте проходят через промежуточное образование свободных радикалов. Далее эти радикалы идут в реакции с компонентами яблочного дистиллята. Подробнее этот процесс будет рассмотрен далее.

В процессе подбора зависимости, описывающей данный процесс, было выявлено, что данному процессу подходят 2 уравнения.

В первом уравнении-модели Харриса (название модели взято из программы CurveExpert) при увеличении времени выдержки яблочного дистиллята концентрация кислорода стремиться к 0, что соответствует уравнению (1).

Уравнение имеет вид

$$x(\tau) = \frac{1}{(a+b \cdot \tau^c)}, \quad (1)$$

где a , b , c – безразмерные коэффициенты.

Данное уравнение описывает процесс, когда в яблочном дистилляте весь кислород расходуется на окислительные процессы образования перекисей и на образование свободных радикалов, которые далее участвуют в реакциях образования альдегидов из аминокислот и ароматических спиртов, далее окисляющихся до органических кислот. На рисунке данный процесс при разных температурах показан сплошными линиями (рисунок 1).

Тогда в уравнении (1) коэффициенты a , b , c будут зависеть от температуры. На основании обработки экспериментальных данных было установлено, что коэффициент, a можно принять постоянным и равным 1. При увеличении температуры b увеличивается, а показатель степени c снижается до постоянного значения.

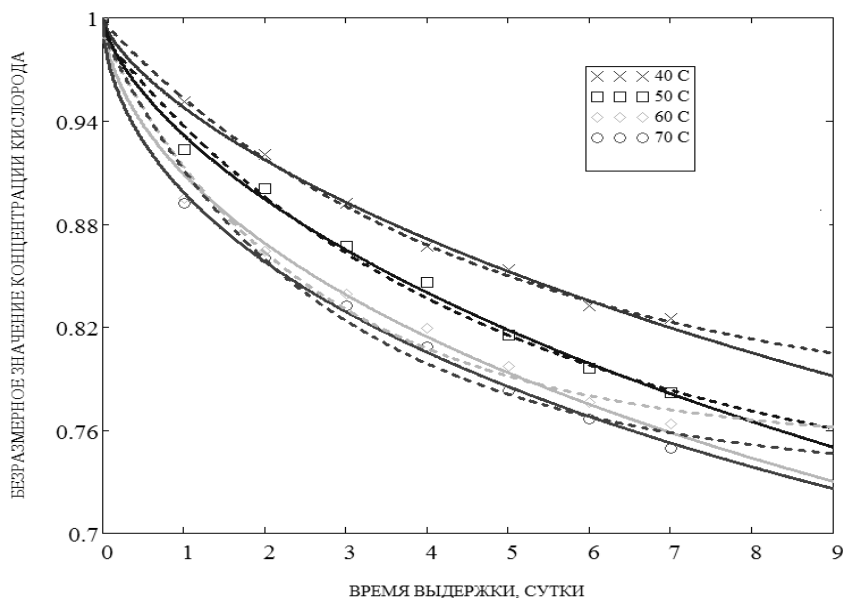


Рис. 1. Изменение содержания кислорода в процессе выдержки при различных температурах

Но в то же время, во втором уравнении-модели логистик (название модели взято из программы CurveExpert) при увеличении времени выдержки концентрация стремится к постоянной величине, что соответствует уравнению (2).

Таким образом, уравнение имеет вид

$$x(\tau) = \frac{a'}{(1 + b' \cdot e^{(-c \cdot \tau)})}, \quad (2)$$

где a' , b' , c' – безразмерные коэффициенты.

Данное уравнение имеет место в случае, когда изначальная концентрация кислорода выше необходимого для процессов окисления количества.

На рисунке данный процесс показан пунктирными линиями (рисунок 1).

Таким образом, можно сделать вывод, что процесс окисления компонентов яблочного дистиллята за счет кислорода воздуха описывается 2 уравнениями, рассматривающими различные случаи выдержки: при достаточном количестве кислорода и аэрации, либо при интенсивных процессах окисления и экстракции и недостатке растворенного кислорода для этих процессов.

Список литературы:

1. Блягоз А.Р., Агеева Н.М. Производство кальвадоса в Адыгее // Виноделие и виноградарство. 2007. № 5. С.16-17.
2. Ли Э., Пигготт Дж. Спиртные напитки: Особенности брожения и производства / Э. Ли, Дж. Пигготт (ред.); перевод с англ. Под общ. ред. А.Л. Панасюка. СПб.: Профессия, 2006. 552 с.
3. ГОСТ Р 51145-2009 Дистилляты коньячные. Технические условия
4. ГОСТ Р 51159-98 Напитки винные. Общие технические условия.

УДК 663

ВЛИЯНИЕ БРУСНИЧНОГО СОКА НА КИНЕТИКУ БРОЖЕНИЯ ЯБЛОЧНОГО СУСЛА

П.Е. Баланов, В.С. Тирская

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

balanov@yandex.ru

Фруктово-ягодное вино, в частности яблочное, склонно к различным видам порчи, может меняться его микробиологическая и коллоидная стойкость. Для повышения биологической стабильности применяют пастеризацию и используют химические консерванты, такие как сернистый ангидрид SO₂. Пастеризация отрицательно влияет на органолептические свойства и биологическую ценность вина. Химические консерванты также могут оказывать влияние на вкус и аромат напитка, кроме того становится важным их учет, для предотвращения передозировки реагентом.

В наших исследованиях мы применяем различные способы биологической стабилизации фруктово-ягодных вин, за счёт внесения нативных компонентов, например, фруктовых соков.

Мы полагаем, что бензойная кислота, содержащаяся в существенных количествах в брусничном соке, позволит существенно повысить биологическую стойкость вина.

В частности биостабилизационные свойства бензойной кислоты были подтверждены при сбраживании яблочного сусла с добавлением брусничного сока. Рецептуры приготавливаемых напитков приведены в таблице 1.

Таблица 1

Рецептуры исследуемых напитков

№ образцов	Массовая доля сухих веществ %	Количество внесённого, брусничного сока, %	Количество яблочного сока, %
Образец №1	12	10	90
Образец №2	12	33	67
Контроль	12	—	100

Использовалось яблочное сусло, полученное из концентрированного сока, при этом технология его разведения предполагала пастеризацию при 70°C, в течении 20 минут [1].

Для брожения применялся штамм винных дрожжей Oenoferm, который хорошо зарекомендовал себя при брожении яблочного сусла в предыдущих исследованиях [2].

Брожение длилось 12 дней при температуре 10-12°C. Такая пониженная температура, по сравнению с классическими режимами брожения, позволяет лучше сохранить приятный яблочный аромат, свойственный фруктово-ягодному вину. Так как выделение ароматообразующихся веществ и вымывание их из напитка углекислым газом идет менее интенсивно.

В течение всего процесса брожения проводились замеры его физико-химических показателей, на основании которых были построены графики, приведенные на рисунках 1 и 2.

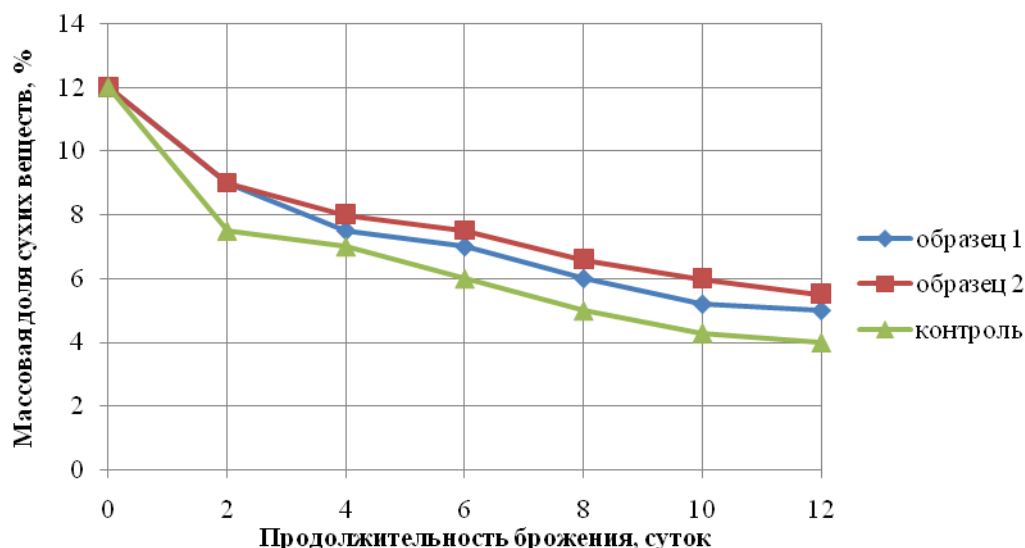


Рис. 1. Кинетика изменения сухих веществ при брожении

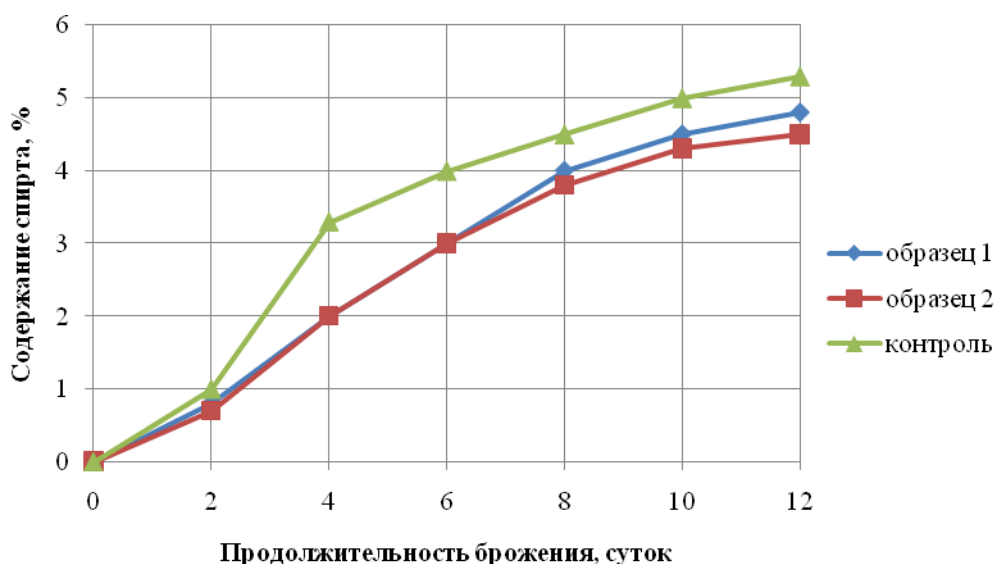


Рис. 2. Кинетика накопления спирта при брожении

Из графиков видно, что ингибирующее действие на дрожжи брусничный сок проявляет уже при концентрации 10%. Более того при наращивании концентрации брусничного сока, а с ним и бензойной кислоты до 33% (одной трети всего суслу) мы не наблюдаем линейного снижения их спиртообразующей способности и жизнедеятельности в целом. Вероятно, существует некая оптимальная, для наших целей, концентрация бензойной кислоты в брусничном соке, которая оказывает выраженное действие на метаболизм дрожжей и дальнейшее наращивание концентрации не принесёт желаемого эффекта. Вероятно, этот диапазон находится в области от 10 до 20% брусничного сока от общего количества суслу. Более точные данные можно будет предоставить в ходе дальнейших экспериментов.

Основными выводами данного исследования можно назвать два следующих:

1. Брусничный сок достаточно эффективно тормозит микробиологические процессы в дрожжевой клетке
2. Концентрации необходимого количества брусничного сока находятся в пределах 10-20%, что хорошо согласуется с общей концепцией проводимой работы, т.е. использование его не будет чрезвычайно удорожающим.

Список литературы:

1. Кишковский З.Н. Мержанин А.А. Технология вина. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1984. 504 с.
2. Баланов П.Е. Разработка технологии напитков на основе солодового сусле и яблочного сока.: Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. СПб: СПбГУНиПТ. 2005. 16с.

УДК 663.1

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В БИОТЕХНОЛОГИИ**В.Б. Тишин, А.В. Леонов**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Принято считать, что развития микроорганизмов подчиняется экспоненциальному закону. Вывод уравнения экспоненциального закона основан на предположении о том, что популяция микроорганизмов развивается в культиваторе неограниченного объема, в условиях отсутствия дефицита питания и влияния продуктов метаболизма.

Согласно принятым условиям высказана гипотеза, что прирост биомассы Δx за период времени $\Delta \tau$ прямо пропорционален концентрации биомассы (клеток) в культуральной среде x и времени, т.е.

$$\Delta x = \mu x \Delta \tau \quad \text{или} \quad \frac{\Delta x}{\Delta \tau} = \mu x \quad (1)$$

Полагая, что функция $x(\tau)$ непрерывна, можно при $\tau \rightarrow 0$ перейти от отношения малых величин к производной

$$\frac{dx}{d\tau} = \mu x \quad (2)$$

Интегрируя равенство (2) в пределах от x_i до x_{i+1} и от τ_i до τ_{i+1} , получим уравнение экспоненты

$$x_{i+1} = x_i e^{\mu(\tau_{i+1} - \tau_i)}, \quad (3)$$

где μ – коэффициент пропорциональности, называемый локальной удельной скоростью прироста биомассы

Однако гипотеза пропорциональности (1) не всегда соблюдается. Можно привести много случаев, когда развитие микроорганизмов невозможно описать экспоненциальной зависимостью. Примером тому может быть развитие дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* при дефиците кислорода. Этот вариант встречается при сбраживании пивного сусла. Другим примером является культивирование гриба *Medusomyces gisevi* с целью получения напитка, содержащего продукты его метаболизма [1]. Более правильным будет записать уравнение (1) в виде равенства:

$$\Delta x = k x^m \Delta \tau. \quad (4)$$

В дифференциальной форме уравнение (4) примет вид

$$\frac{dx}{d\tau} = k x^m. \quad (5)$$

Коэффициент k аналогичен удельной скорости μ в уравнении (2), а показатель степени m характеризует изменение скорости прироста биомассы во времени. При $m = 0$ скорость прироста будет постоянной. При $m = 1$ $k = \mu$, и после интегрирования уравнения (5) мы получим в итоге уравнение экспоненты. Таким образом, уравнение (2) является частным случаем уравнения (5).

После интегрирования уравнения (5), в пределах от $x = x_i$ до $x = x_{i+1}$ и от $\tau = \tau_i$ до $\tau = \tau_{i+1}$ и приведения конечного выражения к безразмерному виду, получим уравнение степенного вида:

$$x_{bi}^{1-m} = 1 + \frac{(1-m)k}{x_i^{1-m}} (\tau_{i+1} - \tau_i), \quad (6)$$

где $x_b = x_{i+1}/x_i$ - локальное изменение биомассы в среде в промежутке времени $\Delta\tau = \tau_{i+1} - \tau_i$.

Обозначив в правой части равенства (6) дробь перед скобками через δ и проведя несложные преобразования, запишем:

$$x_b = (1 + \delta\Delta\tau)^{\frac{1}{1-m}} \quad (7)$$

Обозначив показатель степени в правой части равенства (7) через m_1 , запишем

$$m_1 = \frac{1}{1-m} \quad (8)$$

С учётом уравнения (8) уравнение (7) примет вид:

$$x_b = (1 + \delta \cdot \tau)^{m_1} \quad (9)$$

Коэффициент пропорциональности δ и показатель степени m или m_1 находятся экспериментально, так же как и удельная скорость μ в уравнении экспоненциального вида.

Из представленного на рис. 1 графического вида функции $m_1(m)$ видно, что при $m=1$ функция претерпевает разрыв. Именно в зоне разрыва мы имеем место экспоненциальная зависимость (3).

При $m < 1$, m_1 всегда будет больше нуля, и мы будем иметь уравнение степенного вида (9), которое вполне удовлетворительно описывает экспериментальные результаты исследований кинетики прироста биомассы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и чайного гриба *Medusomyces gisevi* [1].

При $m > 1$ $m_1 < 0$, и мы получим обратную степенную зависимость вида

$$S_b = \frac{1}{(1 + \delta_1\tau)^{m_1}}$$

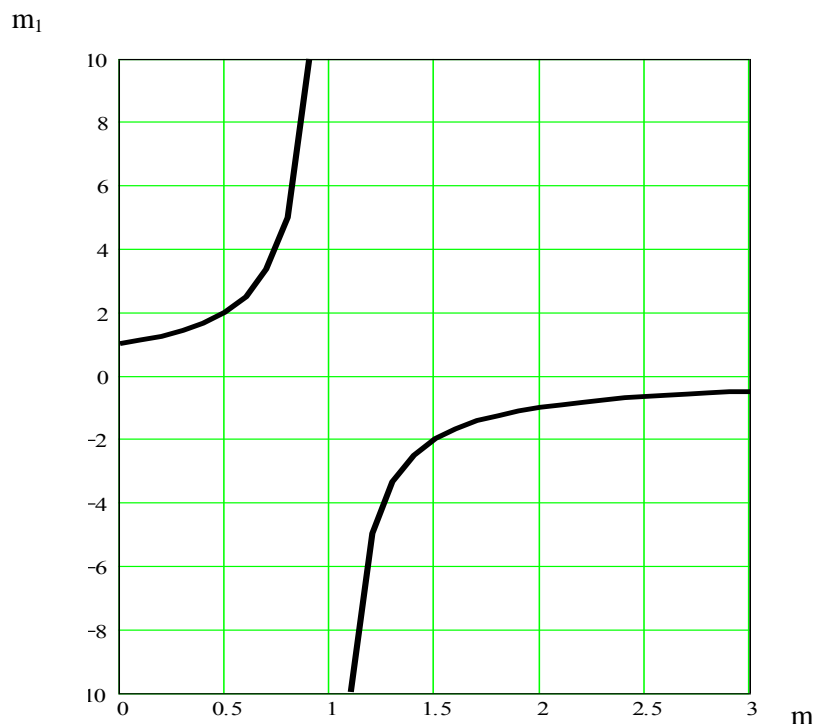


Рис. 1. Зависимость показателя степени m_1 от m

Уравнение (9) можно несколько упростить, предварительно разложив его в биномиальный ряд и ограничиваясь только первым и последним слагаемыми ряда, представить его в следующем виде:

$$x_b = 1 + (\gamma\tau)^n, \tag{10}$$

где γ и n – параметры, определяемые экспериментально.

Таким образом, вместо уравнения экспоненты (3) получена степенная зависимость концентрации биомассы в культуральной среде от времени (10). Преимущество уравнения (10) перед уравнением (9) заключается в том, что входящим в уравнение (10) параметрам проще придать вполне определённый физико-биологический смысл. Если в указанных уравнениях параметрам m_1 и n имеют один и тот же смысл - темп изменения функции $x(\tau)$, т.е. изменение скорости протекания биологического процессы во времени, то с параметрами δ и γ дело обстоит сложнее.

Можно сказать, что δ и γ представляют собой удельную скорость прироста биомассы относительно начальной концентрации в промежутке времени от $\tau = 0$ до $\tau = \tau_i$. Однако, в отличие от δ , из уравнения (10) можно легко доказать, что величина $1/\gamma$ есть время удвоения функции $x(\tau)$ при изменении её аргумента от $\tau = 0$ до $\tau = \tau_u$.

Сравнительная оценка возможностей использования рассмотренных математических моделей для описания опытных данных по культивированию дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* [1] представлена на рис. 2 (на они обозначены точками). Из рисунка видно, что, во-первых, результаты данных опытов нельзя аппроксимировать простой экспоненциальной зависимостью (3). Для этой цели хорошо подходит либо уравнение (9), либо – (10). Оба они с одинаковой степенью точностью описывают результаты экспериментов (кривые 3 и 4). Во-вторых, уравнение (3) можно заменить уравнением (9) или (10) в широком диапазоне изменения времени культивирования при значении m_1 и n выше единицы (кривые 1 и 2)

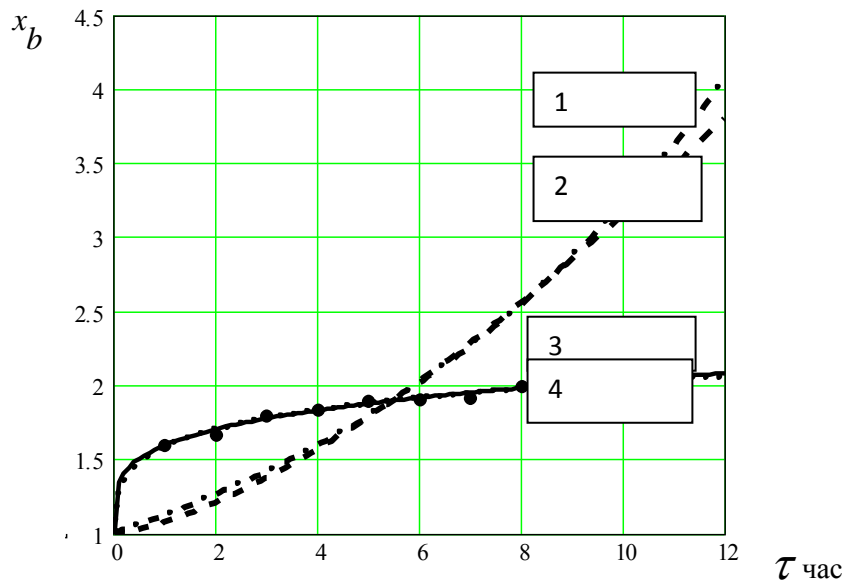


Рис. 2. Графическое сравнение различных математических моделей

1 – урав. (3) $\mu = 0.117$; 2 – урав. (10) $\delta = 0.17, m_1 = 1.45$; 3 – урав. (12) $\gamma = 0.115, n = 0.24$; 4 –
урав. (10) $\delta = 70, m_1 = 0.107$

Список литературы:

1. Тишин В. Б., Головинская О. В., Леонов А. В. Математические и компьютерные методы в медицине, биологии и экологии. Монография, вып. 2, под ред. проф В.И. Левина. Пенза; Москва: Приволжский дом знаний, МИЭМП, 2013, с. 36 – 53.

УДК 663

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ АКТИВНЫЕ
КОМПОНЕНТЫ ВИНОГРАДНОГО МАСЛА****Н.Н. Джалилова¹, Н.Н. Скворцова¹, А.В. Фёдоров²**

1 - Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 - ВНИИ жиров, Санкт-Петербург, Россия

natalyskvortsova@yandex.ru

Данная работа посвящена изучению биологических активных компонентов виноградного масла. В настоящее время большое внимание уделяется полезным свойствам виноградных косточек. Виноградные косточки – это вторичный продукт производства вина и сока, составляющий от 20% до 30% всего объема выжимок виноградных ягод. Косточки содержат питательные и биологически активные вещества. В том числе от 9,9% до 25% масла (в зависимости от сорта и зрелости ягод) и много растительного белка. Как видно, масла в виноградных косточках содержится существенно меньше, чем, например, в семенах подсолнечника, льна, орехах и других более привычных источниках растительных масел. Это и явилось основной причиной того, что до начала XX века (т.е. до того, как были разработаны эффективные способы извлечения масла из косточек) использование виноградного масла не имело широкого распространения, не смотря на его высокую ценность[1].

Виноградное масло получают двумя способами – методом холодного прессования (отжима) и методом горячей экстракции. Независимо от способа очищенные виноградные косточки на маслозаводах сначала высушивают, а затем тщательно измельчают для разрушения очень прочной семенной оболочки. При использовании метода горячей экстракции из семян винограда основное количество масла получают с помощью органических растворителей. После рафинации масло, как правило, используют для пищевых и косметических целей. Преимуществом способа является максимальный выход конечного продукта. Метод холодного прессования используют редко из-за низкого выхода конечного продукта, хотя именно этот метод позволяет сохранить в нем все необходимые биологически активные вещества, определяющие его полезные свойства: цитопротекторные, антиоксидантные и регенерирующие. Виноградное масло, изготовленное таким способом, более ценное. При этом используют специально подготовленное сырье, не загрязненное минеральными и органическими примесями. Но выход конечного продукта в этом случае оказывается очень небольшим. Для получения 1 литра виноградного масла требуется приблизительно 50 кг косточек, содержащих 12% масла, что равнозначно 500 кг винограда [2].

Таблица 1

Жирнокислотные компоненты виноградного масла

№	Наименование	Содержание (%)
Насыщенные жирные кислоты		
1	Стеариновая кислота	3 – 6
2	Пальмитиновая кислота	4,0 – 11,0
3	Арахидиновая кислота	следы
4	Оксистеариновая кислота	до 3,0
Ненасыщенные жирные кислоты		
5	Олеиновая кислота	12 – 33
6	Линолевая кислота	45 – 72
7	Линоленовая кислота	до 2,0
8	Рицинолевая кислота	Следы

Полученное виноградное масло легкое, почти не имеет цвета и запаха или представляет собой жидкость светло-желтого цвета с легким зеленоватым оттенком. Зеленоватой окраской оно

обязано высокому содержанию хлорофилла – пигмента, обладающего тонизирующим, а также ранозаживляющим свойствами. На вкус в масле из виноградных косточек улавливаются легкие нотки орехового привкуса и вина. Латинское название масла – *Vitis vinifera*.

Природа сконцентрировала в виноградном масле ценнейшие витамины, микроэлементы, жирные кислоты, дубильные вещества. Содержание жирных кислот в виноградном масле представлено в таблице 1.

Масло из виноградных косточек имеет самое высокое среди всех известных масел и продуктов содержание линолевой кислоты Омега-6, которая определяет важнейшие косметические свойства этого растительного продукта (в частности, его способность поддерживать оптимальную увлажненность кожи и стимулировать процесс регенерации кожного покрова). Хорошо известно, что линолевая кислота считается незаменимой. Она не может синтезироваться в организме человека ввиду отсутствия необходимых ферментов, поэтому должна поступать с пищей. В связи с этим масло из виноградных косточек является полноценным и полезным пищевым продуктом. В комплексе с мононенасыщенной олеиновой кислотой Омега-9 линолевая кислота оказывает противовоспалительное и иммуностимулирующее действие, способствует нормализации липидного обмена, способствует снижению уровня холестерина, улучшению работы сердца и кровеносных сосудов, улучшению функционирования нервной и эндокринной систем, а также эффективному очищению организма человека от разного рода вредных веществ (токсинов, шлаков, солей тяжелых металлов, радионуклидов и др.). Также в виноградном масле в незначительном количестве присутствуют пальмитиновая, стеариновая, пальмитолеиновая, арахидоновая и линоленовая Омега-3 кислоты. Поскольку содержание линоленовой кислоты класса Омега-3, склонной к быстрому окислению, не превышает 1%, виноградное масло имеет довольно длительные сроки хранения. Помимо незаменимых жирных кислот виноградное масло содержит стероиды и небольшие количества каротина и кальция. Физико-химические свойства виноградного масла характеризуются следующими показателями (Таблица 2).

Таблица 2

Физико-химические свойства виноградного масла

№	Показатель	Величина показателя
1	Плотность при 15 °С (кг/м ³)	909 - 956
2	Показатель преломления при 20°С	1,470 – 1,480
3	Температура застывания в °С	От – 10 до – 20
4	Число омыления (мл)	189 – 196
5	Йодное число (мл)	130 – 157
6	Родановое число (мл)	70 – 80
7	Число Рейхерта – Мейссля (мл)	0,2 – 4,0
8	Число Поленске (мл)	0,0 – 0,5
9	Число Генера (мл)	35 – 50
10	Ацетильное число (мл)	10 – 12

В пищевых целях виноградное масло широко используется в тех странах, где хорошо развито виноделие. Это Латинская Америка и Средиземноморский регион. Наилучшее по качеству виноградное масло производится в Италии, Испании, Франции и в Аргентине [3]. Виноградное масло имеет высокое (до 135 мг %) содержание витамина Е (одна столовая ложка масла обеспечивает дневную потребность организма в этом витамине). Способствующий снижению в крови уровня холестерина и укреплению стенок кровеносных сосудов, оказывающий иммуноукрепляющее, противовоспалительное, ранозаживляющее, сосудорасширяющее, противотромботическое действие, витамин Е играет важную роль в работе сердечно-сосудистой и половой систем, а также необходим для полноценного осуществления репродуктивной функции. В комплексе с входящими в состав масла виноградных косточек витаминами А и С витамин Е оказывает благотворное влияние на работу органов зрения, улучшает функциональное состояние эпителия слизистых оболочек и кожного покрова [4]. Содержащийся в виноградных косточках ресвератрол присутствует не только в косточках, но и в кожуре красного винограда. Поэтому среди основных пищевых источников ресвератрола называют красное сухое вино и сок из красного винограда. Собрано огромное коли-

чество лабораторных и экспериментальных данных о противовирусном, нейрозащитном, противовоспалительном, а также противораковом действии ресвератрола. Показано, что ресвератрол вмешивается в процесс роста и деления раковых клеток и тем самым способствует их ускоренной гибели [5]. Благодаря наличию в составе витаминов Е, А и С, флавоноидам, ресвератролом и проантоцианидином виноградное масло в 20 раз эффективнее, чем витамин С в борьбе с опасными для организма человека свободными радикалами (особыми молекулами кислорода, повреждающими клеточную структуру, являющимися причиной преждевременного старения, онкологических и воспалительных заболеваний). Содержит растительный пигмент хлорофилл, обуславливающий интенсивную зелёную окраску масла. Обладающий бактерицидным свойством хлорофилл оказывает тонизирующее действие на кожу, активизирует процесс заживления поврежденных тканей кожи и слизистых оболочек, препятствует образованию камней в почках и мочевом пузыре, предотвращает развитие атеросклероза, способствует улучшению работы органов дыхания, эндокринной и пищеварительной систем.

Заключение

Виноградное масло продукт нужный для жизнедеятельности человека. В пищевой промышленности виноградное масло подходит для изготовления тортов, кондитерских изделий, для заправки салатов, для изготовления майонеза и т. д. Кроме того, виноградное масло может использоваться применяются для изготовления мыла.

Очищенное от примесей, отбеленное и уплотненное виноградное масло применяется в масляной живописи, для разбавления красок и входит в состав эмульсионных и масляных лаков.

В медицинской практике из жидких виноградных масел готовят масляные эмульсии; основным составом мазей и линиментов является виноградное масло, которое также служит основой многих косметических средств.

Список литературы:

1. <http://weerkust.ru/archives/4098>
2. http://www.naromed.ru/nat_km_Maslo_vinogradnyh_kostocek.htm
3. <http://www.allwomens.ru/4256-celebnoe-maslo-iz-vinogradnyx-kostocek.html>
4. <http://kosmetista.ru/blog/otzivi/4649.html>
5. <http://www.allwomens.ru/4256-celebnoe-maslo-iz-vinogradnyx-kostocek.html>

УДК 663

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ В МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**Н.Н. Джалилова, Н.Н. Скворцова**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

natalyskvortsova@yandex.ru

Последнее десятилетие характеризуется все более широким использованием генно-инженерных технологий при создании новых сортов сельскохозяйственных растений. Применение генетически модифицированных или трансгенных растений в пищевой промышленности расширяется, не взирая на непрекращающиеся дискуссии об их безопасности.

Генетическая инженерия в растениеводстве – это система экспериментальных приемов, позволяющих переносить в растения чужеродные гены, которые могут сообщать растениям полезные свойства. Конструирование искусственных генетических структур – рекомбинантных молекул ДНК – не ограничивается искусственным переносом гена или группы генов из одного организма в другой. Цель молекулярной биотехнологии – создание условий для экспрессии чужеродных генов, т.е. транскрипции и трансляции, приводящих к появлению в клетках организма-реципиента биологически активного белка [1]. Делается это для того, чтобы растение-реципиент получило новые свойства: повышенную устойчивость к вирусам, гербицидам, к вредителям и болезням растений. Пищевые продукты, полученные из генетически измененных культур, могут иметь улучшенные вкусовые качества, лучше выглядеть и дольше храниться. Также часто такие растения дают более богатый и стабильный урожай, чем их природные аналоги [2].

При создании трансгенных растений в качестве векторных молекул, как правило, используют плазмиды. Плазмиды широко распространены в природе и встречаются у подавляющего числа прокариотических организмов, а также у дрожжей. Плазмида – это кольцевая молекула ДНК, способная реплицироваться (размножаться) вместе с ДНК клетки-хозяина. Значительная часть исследований по получению двудольных трансгенных растений основана на использовании *Ti*-плазмиды почвенной бактерии *Agrobacterium tumefaciens*. Один из подходов заключается в следующем: с помощью специальных ферментов *Ti*-плазмиду разрезают в строго определенном месте и встраивают нужный ген. Полученный молекулярный гибрид – рекомбинантную плазмиду – вводят в *Agrobacterium tumefaciens* и трансформируют ею реципиенты – единичные растительные клетки. Реципиенты дают начало растению, все клетки которого будут экспрессировать нужный ген. Для облегчения отбора полученных ГМ-растений рекомбинантная *Ti*-плазмида несет специальный маркерный ген. Для генетической модификации однодольных растений применяют другие способы переноса рекомбинантной ДНК. Современный арсенал методов трансформации включает электропорацию клеток, биобаллистику – обстрел растительных тканей мельчайшими пулями из золота или вольфрама, «одетыми» в молекулы ДНК и др. [3].

Описанными методами были получены трансгенные растения, которые сейчас находятся в массовом производстве. Это трансгенная соя, кукуруза, картофель, трансгенные масличные культуры – хлопчатник, озимый рапс [4].

Использование трансгенных сортов сои, кукурузы, хлопчатника, рапса, устойчивых к гербицидам, позволило широко начать применение нового поколения гербицидов, которые из-за своей высокой эффективности применяются в очень низких концентрациях (г/га), намного быстрее разрушаются почвенными микроорганизмами, не смываются в реки и не загрязняют почвенных вод, и таким образом являются экологически более безопасными, чем гербициды, применявшиеся ранее [5].

Для более детального анализа из вышеназванных трансгенных маслических культур выбран генетически модифицированный (ГМ) хлопчатник, использующийся в масложировом производстве для получения из семян пищевого хлопкового масла. Кроме того, хлопчатник – важнейшее сырьё для текстильной промышленности, медицины (применяется для изготовления ваты, перевязочного материала), для производства пороха. Одна из целей генетических модификаций

хлопчатника – гербицид-толерантность (ГТ): снижение негативного воздействия гербицидов, наносящих существенный ущерб культурным растениям, а также обеспечение более эффективного контроля над сорняками. ГМ-хлопчатник требует на 80 % меньше пестицидов, чем исходные растения [6].

Для защиты хлопчатника от главного вредителя – хлопковой совки, в Китае с 1997 года стали выращивать трансгенный хлопчатник, содержащий Vt-белок – дельта-эндотоксин *Bacillus thuringiensis*, который является ядом для гусениц хлопковой совки, но безопасен для остальных видов насекомых, животных и человека. Генетическая модификация хлопчатника состояла во внедрении в его геном гена бактерии *Bacillus thuringiensis*, который кодирует Vt-белок. Применение такого ГМ-хлопчатника в Китае позволило не только снизить численность основного вредителя – хлопковой совки, но и существенно улучшить экологическую ситуацию, поскольку для защиты посевов раньше необходимо было использовать значительное количество инсектицидов. Кроме того, повысилась численность популяций «полезных» для сельского хозяйства насекомых, которые были «угнетены» большой численностью совки.

Опыт применения этого вида хлопчатника необычен в том, что, как правило, у вредителя под действием естественного отбора формируется устойчивость к негативному фактору, однако, у совки за 10 лет применения не наблюдается сколько-нибудь значительного повышения численности популяций. По мнению ученых, для закрепления такого позитивного эффекта было бы полезным рядом с посевами трансгенного хлопчатника выращивать небольшие участки обычного, которые служили бы «отвлекающим» фактором, не позволяющим закреплять у совки устойчивость к трансгенному хлопчатнику. Однако, крестьяне, ограниченные в земельных площадях вряд ли пойдут на такой «непонятный» шаг, как выращивание незащищенного хлопчатника для прокорма вредителей. Функцию резерваций для вредителей выполняют сопутствующие культуры сои, кукурузы и т. п. Это открытие может дать новые подходы к контролю над вредителями и увеличению урожая [7].

Единственными масличными культурами, не имеющими генетически модифицированных сортов, разрешенных для коммерческого использования, являются подсолнечник и арахис. Разрешение на генетически модифицированные сорта подсолнечника должно быть тщательно обосновано с точки зрения агроэкологических последствий при переходе на трансгенные сорта. У этой перекрестноопыляемой культуры родом из Северной Америки есть «дикие» родственники по всему миру - в Европе, Австралии, Африке, Аргентине. Распространение генетически модифицированных сортов подсолнечника в этих регионах может привести к обмену генами с дикорастущими видами. Искусственные генетические конструкции из культурного растения могут переходить в дикорастущие или сорные популяции, повышая их приспособляемость к различным условиям и видоизменяя их экологическое взаимодействие. И наоборот, дикий или сорный подсолнечник и самосевы могут перекрестно опыляться с культурным растением, что может существенно изменять некоторые ценные характеристики, в частности, состав масла. Кроме того, появление на рынке пищевого масла из ГМ-сортов подсолнечника могут негативно воспринять потребители ввиду нашедших протестов общественности против генетически модифицированных продуктов [8].

В настоящее время в сельском хозяйстве используется около тридцати ГМ-культур. Самой популярной из них является кукуруза. Большинство сортов ГМ-кукурузы несут ген белка *Cry1Ab*, защищающий от опасного вредителя – личинок кукурузного, или стеблевого мотылька (*Ostrinia nubilalis*) [9].

В Испании в 2012 году более 116,3 тыс.га посевных площадей было засажено кукурузой MON810, выпускаемой американской транснациональной биотехнологической компанией «Monsanto». По данным, рассчитанным на основе продажи семян испанским Министерством сельского хозяйства, продовольствия и окружающей среды это на 20 % больше, чем в 2011 году. В странах Европейского союза только ГМ-кукуруза разрешена для выращивания, а ГМ-соя и ГМ-хлопок импортируются из Аргентины, Бразилии, Канады и Соединенных Штатов [10].

Заключение

Масложировая промышленность является важной отраслью пищевой индустрии России. На ее долю в 2010 году приходилось 5,3 процента общего объема продукции, реализуемой организациями промышленности, более 4 процентов основных производственных фондов и около 5 процентов промышленного персонала. Кроме того, она является поставщиком маргаринов, жиров специального назначения для кондитерской, хлебопекарной и молочной промышленности, производителей мороженого, а также шрота и жмыха для комбикормовой промышленности.

Производство растительных масел осуществляют более 200 предприятий, которыми в 2010 году было выработано 3035 тыс. тонн растительных масел. Мощности российских маслодобывающих предприятий по переработке маслосемян составляют 9,3 млн. тонн в год. Масложировая промышленность обладает потенциалом для обеспечения российских потребителей отечественной масложировой продукцией и потребности животноводства качественными шротами.

Вместе с тем, основной проблемой этой отрасли является недостаточное сырьевое обеспечение (ежегодно производится 8 – 10,5 млн. тонн маслосемян всех видов), малая диверсификация сырьевой базы (рапс и соя возделываются в крайне недостаточном объеме, а масличный лен, рыжик и сафлор возделываются в непромышленных объемах). Решением этой проблемы является совершенствование сырьевого обеспечения отрасли, которое может быть достигнуто, в том числе, за счет использования ГМ-культур [11].

Список литературы:

1. gov.cap.ru/home/15/Biotechnolog/gen_rast.doc].
2. Глик Б., Пастернак Дж., Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. М.:Мир, 2002.
3. Цимбаленко Н.В. «Технологии рекомбинантной ДНК» Учебное пособие .СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2011.
4. <http://www.batuk.ru/2256075050>
5. <http://vinograd.info/stati/stati/geneticheski-modificirovannye-rasteniya.html>
6. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D5%EB%EE%EF%F7%E0%F2%ED%E8%EA>
7. <http://www.zoo-news.ru/563-transgennyjj-khlopchatnik.html>
8. <http://www.zerno-ua.com/?p=11552>
9. http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/NATURE/11_06/BT.HTM
10. <http://gmoobzor.com>
11. <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70067828/>

УДК 637.143

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАМАЧИВАНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО ЯЧМЕННОГО ЗЕРНА НА ВЯЗКОСТЬ ВОДНО-ЗЕРНОВОЙ СУСПЕНЗИИ

А.Г. Новоселов, Д.Л. Петрова, А.В. Чеботарь

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

dekrosh@mail.ru

Ранее в работах [1,2] нами были представлены результаты исследований реологических характеристик водно-зерновых суспензий полученных для заторов с гидромодулем $1:2,5 \div 1:4$. Было показано, что в процессе их водно-тепловой обработки вязкость заторов резко изменяется. Отмечалось, что с повышением температуры изменение вязкости затора ведет себя по-разному. Анализ кривых вязкости, полученных для всех исследованных гидромодулей, показывает одинаковых характер изменения значений эффективной вязкости при увеличении температуры затора. Для того чтобы подойти к адекватному описанию происходящих процессов с научной точки зрения, было предложено разбить кривую вязкости на три области, протяженность которых определялась соответствующим диапазоном температур [1]. Границы областей фиксировались значениями эффективной вязкости, которые для каждого гидромодуля можно было бы считать постоянными величинами. Были введены три определяющих значения вязкости: начальная эффективная вязкость затора при температуре складки - $\mu_{эфф1}$, минимальная эффективная вязкость во второй зоне кривой течения - $\mu_{эфф2}$ и максимальная эффективная вязкость в третьей зоне кривой течения - $\mu_{эфф3}$. Начальная эффективная вязкость соответствовала температуре затора 20°C . Данная температура являлась начальной для наших экспериментальных исследований по изучению реологических свойств ячменных заторов. Величина $\mu_{эфф1}$ была постоянной для одного и того же гидромодуля при постоянном значении скорости сдвига γ .

Однако, в ходе многочисленных экспериментов, связанных с воспроизводимостью получаемых результатов, было установлено, что, несмотря на относительное постоянство значений $\mu_{эфф1}$ и $\mu_{эфф2}$ значения $\mu_{эфф3}$ изменялись, и изменялись довольно существенно. В связи с этим была проведена серия экспериментов, основной целью которых, было установить причины этих расхождений в величинах $\mu_{эфф3}$. Было выдвинуто предположение, что причиной таких расхождений может являться время подготовки затора к реологическим измерениям, которое могло быть различным для каждого эксперимента. Составление затора заключалось в получении определенного гидромодуля, путем смешивании заданного количества измельченного ячменя с водой. Очевидно, что с этого момента запускаются все массообменные процессы, связанные с гидратацией измельченного зерна. К таким процессам, в первую очередь, следует отнести процесс растворения водорастворимых углеводов и насыщения капиллярно-пористых частиц зерна водой. В первом случае изменяется химический состав затора, а, следовательно, его вязкость. Во втором случае, происходит набухание капиллярно-пористых частиц (клетчатки) и незначительное увеличение их в размерах. Концентрация водорастворимых веществ и степень набухания частиц будет зависеть от времени контакта воды и зерновых частиц. Несомненно, что определенное влияние на исходное состояние затора будет оказывать и интенсивность перемешивания затора. Различие в интенсивности и времени перемешивания может привести к изменению исходного гранулометрического состава твердой фазы, что в свою очередь будет оказывать влияние на скорость ее деструкции и реологические характеристики суспензии в процессе проведения водно-тепловой его обработки. С целью проверки предположения о влиянии времени контакта твердой фазы с водой до начала реологических измерений нами были проведены следующие эксперименты:

• в чистый мерный стакан вносили необходимое количество измельченного зерна ячменя (со 100% проходом через сито 1мм) и тщательно взвешивали. Затем добавляли требуемое количество воды, которое позволяло получить затор с гидромодулем 1:4. В момент добавления воды в мерный стакан с зерном запускался секундомер для фиксации времени контакта. Далее осуществляли небольшое перемешивание затора, вручную, в течение 2 минут сразу после складки затора и оставляли на определенное время замачивания. Время замачивания варьировалось в каждом опыте и составляло 15, 30 и 45 минут. Затем подготовленный замес переносился в измерительный цилиндр реотеста, термостатировался до 20°C. При достижении этой температуры начинались измерения вязкости.

Все эксперименты проводились на реотесте марки RHOTEST RN 4 при постоянной скорости сдвига $\gamma = 20\text{с}^{-1}$. Пределы изменения температуры для всех опытов – от 20°C до 90°C. Время проведения каждого эксперимента составляло не более 2000с.

Результаты исследований влияния времени замачивания на вязкость затора для гидромодуля 1:4 представлены на рис.1.

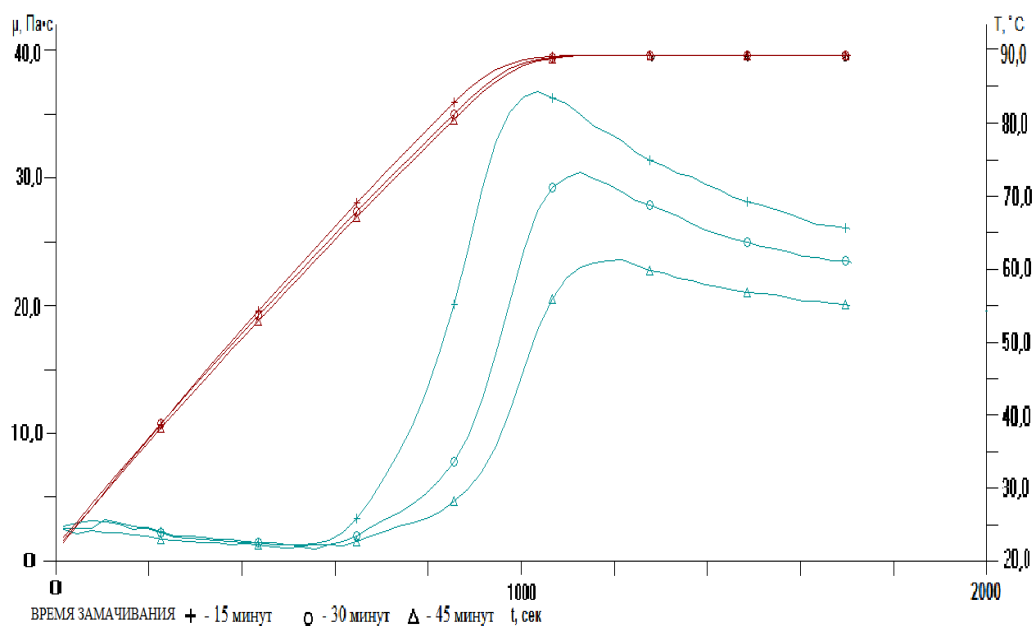


Рис.1. Кривые вязкости водно-зерновой суспензии при различном времени замачивания (гидромодуль 1:4)

Как видно из графиков, приведенных на рис.1, в первой области нагрева значения эффективной вязкости не зависят от времени замачивания. Об этом свидетельствует практически идеальное совпадение линий. Кроме того, это совпадение позволяет сделать вывод об идентичности всех заторов приготовленных для различных опытов. Таким образом, значение μ_2 у всех заторов было одним и тем же при данной скорости сдвига.

Однако, во второй области нагрева, поведение кривых вязкости резко различалось. Как видно на рис.1, значения эффективной вязкости увеличиваются более интенсивно у заторов с малым временем замачивания.

Более того, существенно изменялось и значение максимальной вязкости μ_3 , которое также уменьшалось с увеличением времени замачивания. Причины такого поведения пока не ясны и требуется более тщательное изучение этого явления. Тем не менее, очевидно, что раскрытие причин влияющих на величину μ_3 , позволит скорректировать технологический режим водно-тепловой, ферментативной обработки зернового сырья и оптимизировать дозировку ферментов амилолитического действия, направленных на разжижение суспензии.

Список литературы:

1. Новоселов А.Г., Чеботарь А.В., Ибрагимов Т.С. Характерные особенности изменения реологических свойств водно-зерновых суспензий в процессе водно-тепловой и ферментативной обработки (ВТФО) зернового сырья: Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств (электронный журнал) /ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий.» . №1. март 2013.» Режим доступа к журн.: <http://www.open-mechanics.com/journals> свободный.

2. Ибрагимов Т.С., Чеботарь А.В., Свинцов Д.В., Новоселов А.Г. Реологические характеристики зерновых суспензий в процессе механико-ферментативной обработки: Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств (электронный журнал) /ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий.» . №2. сент. 2012.» Режим доступа к журн.: <http://www.open-mechanics.com/journals> свободный.

УДК 637.146.3/663.05

РАЗРАБОТКА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОНЕНТОВ ГРАНАТОВОГО ДЕРЕВА

М.А. Шаропова, О.Ю. Орлова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и Биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

oousova@list.ru

Концепция функционального питания зародилась в начале 80-х годов в Японии, где приобрели большую популярность продукты с ингредиентами, приносящими пользу здоровью людей, повышающих его сопротивляемость заболеваниям, способными улучшить многие физиологические процессы в организме, позволяющие человеку долгое время сохранять активный образ жизни.

В последние годы резко возросло внимание к проблемам питания со стороны представителей медицинской науки и практики. Это обусловлено пониманием тех негативных последствий для здоровья, которые связаны с нарушением структуры питания и пищевого статуса населения России, с одной стороны, и успехами ряда фундаментальных наук (например, биотехнологии, биохимии, клеточной биологии, нутрициологии), позволивших выявить роль отдельных макро- и микронутриентов, непищевых минорных биологически активных компонентов пищи в функционировании органов и систем человека, снижении риска развития ряда алиментарно зависимых заболеваний – с другой.

Среди выпускаемых промышленностью продуктов функционального питания значительный объём занимают продукты на молочной основе. Повышение функциональности продуктов можно добиться за счёт их поликомпонентности, путём направленной коррекции их жирнокислотного, аминокислотного и минерального составов, обогащения микронутриентами, использования в составе закваски специально подобранных культур лакто- и бифидобактерий, а также других микроорганизмов.

Одним из перспективных направлений расширения ассортимента на молочных комбинатах является производство различных видов функциональных продуктов питания на молочной основе с добавлением растительных ингредиентов.

Нами была изучена возможность производства комбинированных продуктов питания на молочной основе (кисломолочных напитков) с добавлением различных частей гранатового дерева (сок граната, кожура плода, косточки гранатовых семян).

Кисломолочные продукты относятся к числу наиболее потребляемых всеми социально – возрастными группами населения. Ассортимент их весьма широк, а диетическая ценность обусловлена, прежде всего, химическим составом молока, который характеризуется наличием основных питательных веществ в сбалансированном соотношении и легко усвояемой форме. В процессе жизнедеятельности микроорганизмов закваски в продуктах накапливается комплекс биологически активных веществ, благоприятно влияющих на организм человека (ферменты, аминокислоты, витамины, антибиотические вещества). Общеизвестны такие проявления диетических свойств кисломолочных продуктов, как улучшение обмена веществ, возбуждение аппетита, стимулирование секреции желудочного сока и т. п.

О лечебных свойствах граната впервые упоминал древнегреческий врач Гиппократ, который использовал гранатовый сок при болях в желудке, а кожуру для лечения кишечных расстройств. Авиценна применял цветки граната при кровотечениях, болезнях горла, дизентерии, а также в качестве жаропонижающего средства.

В настоящее время гранатовый сок используют для возбуждения аппетита, для улучшения функций желудка и обмена веществ, в качестве антицинготного, мочегонного, желчегонного, обезболивающего, противовоспалительного, антисептического, общеукрепляющего и жаропонижающего средства. Гранатовый сок назначают при анемии, простудных и инфекционных заболеваниях, хроническом колите, диарее, аритмии, асците, атеросклерозе, лучевой болезни, инфекционном гепатите, плохой свертываемости крови, а также при доброкачественных опухолях. [1]

Лечебные свойства граната во многом объясняются высоким содержанием в нем марганца,

необходимого для деятельности различных ферментов. Несколько лет назад был разработан эффективный метод лечения ожогов разбавленным соком граната в сочетании с порошком из кожуры и семян. Глистогонные свойства отвара и настойки коры граната известны с древнейших времен. Об этом писали и Цель в трактате «О медицине», и Диоксид в сочинении «О лекарственных средствах», и врачи средневековой Европы.

В настоящее время препараты коры граната используют не только в качестве глистогонного средства. Исследованиями установлено, что кора граната угнетает брюшнотифозную, туберкулезную, кишечную, дизентерийную и паратифозную палочки, а также холерные вибрионы и другие болезнетворные бактерии. Подобными свойствами обладают корни растения и кожура его плодов. Листья граната обладают антибактериальной активностью и используются при лечении различных инфекционных болезней. Кроме того, настой и отвар листьев — это хорошее общеукрепляющее средство. Цветки граната обладают вяжущими и антисептическими свойствами. Их препараты назначают при болезнях горла, рините и многих других заболеваниях дыхательной системы. Также их используют как эффективное кровоостанавливающее и обезболивающее средство. Поджаренные зерна граната в смеси с семенами мака применяют для лечения дизентерии, диареи и бронхита. Компрессы из цветков граната используют для рассасывания воспалительных инфильтратов.

Лечебные свойства граната обусловлены его уникальным химическим составом. Это растение содержит целый ряд веществ, необходимых для нормального функционирования всех систем организма человека. Энергетическая ценность 100 г съедобной части плодов граната составляет 62—79 ккал, а 100 мл сока — 42—65 ккал. В плодах растения содержится около 1,6% белка, 0,1—0,7% жира, 0,2—5,2% клетчатки и 0,5—0,7% золы. Плоды граната состоят из сока (38,6—63,5%), кожуры (27,6—51,6%) и семян (7,2-22,2%). В лучших культурных сортах граната съедобная часть составляет 65-68%, а выход сока — 78,5-84,5%. В соке граната содержится 12,5—23,3% сухих веществ, главными компонентами которых являются моносахариды: фруктоза, глюкоза и сахароза. Их содержание варьирует от 8 до 20%. Также в соке имеются органические кислоты (0,2—2,6%), в основном лимонная и в небольших количествах винная, яблочная, янтарная, борная и щавелевая. Терпкость сока граната обуславливается наличием в нем дубильных веществ (0,2—1,1%). Сок богат и фенольными соединениями, обладающими Р-витаминной активностью. Их общее содержание может достигать 1%. Среди этих соединений огромное значение имеют антоцианы, содержание которых варьирует от 34,0 до 76,5 мг на 100 мл сока. Именно они определяют характерную окраску сока и кожуры граната. Также в соке содержится небольшое количество лейкоантоцианов и катехинов. Витаминный комплекс сока представлен витаминами С (до 8,7 мг на 100 мл), В₁₂ (0,004-0,35 мг на 100 мл) и В₆ (0,032-0,28 мг на 100 мл). В состав гранатового сока входят обладающие биологической активностью фенолкарбоновые кислоты: хлорогеновая, неохлорогеновая, п-кумаровая, протокатеховая. Пектиновых веществ в гранатовом соке мало, зато в нем обнаружено 15 аминокислот, 6 из которых являются незаменимыми. Минеральные вещества (0,2%), содержащиеся в соке, представлены кальцием (3—10 мг на 100 мл), фосфором (8—70 мг на 100 мл), железом (0,3—0,7 мг на 100 мл), калием (133—378 мг на 100 мл), магнием (12 мг на 100 мл), натрием (1—7 мг на 100 мл), а также марганцем, кремнием, серой, хромом, медью, алюминием, литием и никелем. В кожуре плодов граната имеется большое количество (от 6,3 до 35%) дубильных веществ, а также пектинов (более 6%). Фенолкарбоновые кислоты, входящие в состав кожуры, представлены галловой и эллаговой кислотами. В кожуре плодов граната содержатся целлюлоза (15-16%) и гемицеллюлоза (7-8%).[2]

По минеральному составу кожура граната не отличается от его сока, однако минеральных веществ в ней намного больше — около 0,9%. Суммарное количество Р-активных веществ (катехинов, лейкоантоцианов, антоцианов, флавонолов) в кожуре достигает 3,63%. Среди них больше всего катехинов — от 0,82 до 2,12%. Содержание витамина С в кожуре варьирует от 20,7 до 193,1 мг на 100 г. В состав зерен граната входит целлюлоза (22,4%), крахмал (12,6%), азотистые вещества (3,4%) и зола (1,54%). Содержание жира в зернах граната превышает 20%. Масло зерен граната богато незаменимыми ненасыщенными кислотами, преимущественно линолевой (около 67,0%), а по содержанию витамина Е (272 мг на 100 г) оно не уступает маслу из зародышей пшеницы. В листьях, коре и корнях граната найдены алкалоиды: пелеттиерин, изопелеттиерин, метилпелеттиерин, метилизопелеттиерин и псевдопелеттиерин.

На кафедре технологии молока и пищевой биотехнологии ИХиБТ НИУ ИТМО ведется разработка рецептур и технологии кисломолочных напитков с добавлением различных частей гранатового дерева.

Кисломолочный напиток «Гранатовое чудо» вырабатывают путем сквашивания нормализованного молока закваской на основе чистых культур болгарской палочки и молочнокислого стрептококка с добавлением наполнителя №1 (гранатовый сок, измельченная кожура плода) или наполнителя №2 (измельченные семена и кожура плодов граната).

В соответствии с рецептурой продукт может вырабатываться с различными наполнителями, основу которых составляют сок гранат, семена и кожура плода, цветы, листья и кора дерева, что способствует повышению содержания в готовом продукте витаминно-минерального комплекса, улучшению углеводного состава за счет увеличения моносахаров (глюкозы, фруктозы).

В качестве плодово-ягодных наполнителей для кисломолочных продуктов используют пастеризованные фрукты и ягоды с сахаром, плодовые и ягодные сиропы, натуральные плоды и ягоды в замороженном и засахаренном виде.

При внесении фруктового наполнителя необходимо учитывать, что он содержит кислоты, которые могут вызвать свертывание молока. Кроме того, наполнитель должен быть тщательно перемешан, так как неравномерное его распределение вызывает появление неоднородного цвета продукта и расслоение консистенции в процессе хранения. Кислотность продукта также зависит от кислотности добавляемых плодов и ягод.

Одним из путей внесения наполнителей является внесение их на поверхность готового продукта (выработка йогурта термостатным способом). Однако этот способ значительно усложняет процесс производства и требует больших затрат рабочей силы. Значительно проще добавлять в продукт жидкие фруктовые добавки. При этом обеспечивается равномерная дозировка фруктов, что для некоторых их сортов очень важно. С этой точки зрения сироп считается идеальной добавкой.

При внесении в молоко плодово-ягодных добавок может быть нарушен микробиологический процесс сквашивания. Кроме того, в процессе сквашивания изменяется цвет и вкус добавляемого сиропа. Установлено, что оптимальным при производстве йогурта является сквашивание молока без добавления плодово-ягодных наполнителей. Наполнитель оптимально вносить следует незадолго до упаковки.

Список литературы:

1. Ларина Т.В. Тропические и субтропические плоды. М.: ДеЛи принт, 2002. 254.
2. Метлицкий Л.В. Биохимия плодов и овощей. М.: Экономика, 1970. 271.

УДК 637.5.04

ФЕРМЕНТАТИВНОЕ СВЯЗЫВАНИЕ МОЛОЧНЫХ БЕЛКОВ**А.Г. Шлейкин**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

shleikin@yandex.ru

В настоящее время препараты микробной трансглутаминазы (ТГ) используются в приготовлении различных пищевых продуктов, таких как морепродукты, рыбные фарши, мясные продукты, макаронные изделия, выпечка, - для улучшения их технологических и функциональных свойств. Особое значение ферментные технологии приобретают в переработке молока в связи с высоким значением молочных белков в питании человека.

Ассортимент молочно-белковых продуктов обширен: это и всевозможные молочно-белковые пасты, и творожные полуфабрикаты, и различные виды творога, и, конечно, сыры. Эти продукты обладают не только высокими вкусовыми достоинствами, но и значительной пищевой ценностью, которая обусловлена, в частности, высоким содержанием белка: до 16 % в твороге и до 25 % в сыре.

Производство таких молочно-белковых продуктов, как сыр и творог, широко потребляемых во всем мире, связано с операцией прессования, в результате которой отделяется молочная сыворотка. Молочная сыворотка обладает высокой биологической ценностью, благодаря содержанию в ней молочного сахара, минеральных солей, фосфолипидов, стерина, витаминов, ферментов, гормонов, иммунных тел, микроэлементов, а также 0,8 – 0,9 % белка. Это в основном сывороточные белки, которые не подвергаются действию сычужного фермента и частично участвуют в образовании сгустка только за счет тепловой коагуляции. Более полное включение сывороточных белков в сгусток при производстве сыра и творога позволило бы значительно увеличить выход этих продуктов, уменьшить затраты сырья, а в промышленном масштабе это бы увеличило экономическую прибыль предприятия. Следует отметить, что увеличение выхода продукта позволит уменьшить количество получаемой сыворотки, а это в свою очередь ведет к уменьшению затрат на ее утилизацию. Большинство предприятий нашей страны на данный момент не уделяют должного внимания вопросам переработки сыворотки, несмотря на ее высокую биологическую ценность. В результате 68 % молочной сыворотки сливается в канализацию, что отрицательно влияет на экологическую ситуацию.

Кроме экономической целесообразности включения сывороточных белков в сгусток, следует отметить высокую биологическую ценность сывороточных белков молока. В сывороточных белках баланс дефицитных серосодержащих и ряда незаменимых аминокислот (лизина, триптофана, треонина) лучше, чем в казеине. Сведения о перевариваемости сывороточных белков также говорят об их высокой биологической ценности (перевариваемость сывороточных белков 98 % против 96 % у казеина). Медико-питательная оценка сыворотки позволила установить, что ее белок содержит биоактивные составные части, которые выполняют самые различные функции, например функции бактериостаза. Исходя из вышеприведенных данных, можно сделать вывод, что более полное использование белков сыворотки при производстве белковых продуктов положительно отразится на ценности этих продуктов и позволит увеличить их выход.

В настоящее время известны следующие способы повышения выхода молочно-белковых продуктов за счет включения сывороточных белков:

- тепловая коагуляция; включение сывороточных белков за счет повышения температуры пастеризации и совместного их соосаждения с казеином в процессе кислотной коагуляции, однако повышенное тепловое воздействие на белки отрицательно сказывается на качестве продукта;

- применение ультрафильтрации, которое способствует концентрированию молока до нужного значения величины сухих веществ, однако высокая стоимость ультрафильтрационных установок увеличивает себестоимость продукции.

- применение концентратов сывороточных белков, при котором значительная часть несвязанных белков уходит в сыворотку.

Мы предлагаем использовать ТГ для связывания белков молочной сыворотки и включения их в состав молочных продуктов, в частности, в творог (Shleikin et al., 2009).

Среди молочных белков казеин является наиболее предпочтительным субстратом для ТГ из-за легко доступной и гибкой открытой структуры цепи. Для сравнения, сывороточные белки, имеющие глобулярную структуру, менее подвержены реакции связывания, т.к. дисульфидные связи стабилизируют глобулярную конформацию, ограничивающую доступность мест связывания. Наиболее частым субстратом в реакциях связывания служит казеинат натрия – это смесь α_{S1} -, α_{S2} -, β - и κ -казеиновых макромолекул. Среди них β -казеин – основной казеиновый компонент коровьего молока. Изоэлектрическая точка (pI) казеината натрия равна 4,6. Казеинат натрия является хорошим субстратом для ТГ. Среди различных казеинов β - и κ -казеины имеют более высокое сродство к ТГ, по сравнению с α -казеином. Flanagan et al. (2003) исследовали эффект нагревания (140 °С) казеината натрия, предварительно обработанного ТГ. Были обнаружены димеры и тримеры казеината натрия, но присутствовал и мономерный казеинат. Обезжиренное молоко нагревали до 80 °С до ферментной обработки, при этом связывания казеинов без ТГ не наблюдалось. Связывание сывороточных белков можно улучшить путём предварительной денатурации, в частности тепловой обработкой. Возможно также добавление восстановителей, таких как дитиотреитол, цистеин или сульфит натрия для восстановительного расщепления дисульфидных связей. Несмотря на то, что сывороточные белки менее подвержены ферментному связыванию, чем казеины, они способствуют более эффективному ковалентному взаимодействию казеинов. Установлено, что в смешанной белковой системе, в частности, в молоке, казеины связываются с большей скоростью. Таким образом, применение ТГ в основном относится к структурированию молочных продуктов на основе казеина как главной белковой фракции. В работе Bonish (2006) был исследован процесс производства йогурта, в котором молочные белки ковалентно связывались посредством ТГ+GSH. Поскольку нативные белки молока обладают меньшим сродством к ТГ, чем денатурированные, применяли ТГ+GSH для проведения неингибируемого связывания без какой-либо тепловой обработки, кроме пастеризации. После инкубирования молока с ТГ+GSH фермент инактивировался тепловой обработкой. Связывание белков смесью ТГ+GSH протекало более эффективно, чем одним ферментом в отсутствие GSH. Исследовалось также влияние различных соотношений казеина и сывороточных белков на структуру геля. При хранении в течение 6 недель при 4 °С не было обнаружено изменений в реологических свойствах и степени полимеризации белка для йогуртов, приготовленных из молока, обработанного ферментным препаратом. Таким образом, тепловая обработка до связывания необходима, т.к. активность ТГ весьма низка в молоке, не обработанном нагреванием или пастеризацией, несмотря на высокую реакционную способность казеина/ De Jong et al. (2003) объясняют низкую активность ТГ в молоке, не прошедшем термическую обработку, наличием в субстрате термолабильного ингибитора. Поэтому тепловую обработку проводили до реакции связывания, что усложняло процесс. Альтернативным путём низкую активность ТГ можно повысить добавлением GSH, разрешённого для применения в пищевой промышленности восстановителя, который предотвращает ингибирование ТГ.

Протекание реакций связывания между казеинами и β -лактоглобулином обнаружено в молоке, нагретом до температуры, превышающей 70 °С. В сыром или менее прогретом молоке такие реакции не проходят. ТГ модифицирует структуру казеиновых мицелл, связывание их ядер, что делает мицеллы более стабильными по отношению к различным видам обработки, в том числе, к подкислению и охлаждению. За счёт катализируемого ТГ связывания казеинов возрастает прочность кислотных гелей, образующихся из связанных мицелл. В таких гелях размер пор белковой сети становится меньше, что повышает их влагоудерживающую способность.

Обработка молока ТГ предотвращает диссоциацию мицелл казеина в условиях, обычно разрушающих их интеграцию. Например, в присутствии мочевины казеиновые мицеллы в молоке, обработанном ТГ, диссоциируют менее интенсивно, чем мицеллы контрольного молока. Казеиновые мицеллы в молоке, обработанном ТГ, не разрушаются при высоком давлении в условиях, вызывающих интенсивное разрушение мицелл контрольного молока. Полимеризация белков, инициируемая ТГ, находится в линейной зависимости от степени термической денатурации сывороточного белка. Faergemand et al. (1997) показали, что для облегчения реакции сывороточных белков с ТГ требуется или восстановитель типа DTT, или изменение pH. Тем не менее, Nieuwenhuizen et al. (2004) установили, что β -лактоглобулин в своём исходном состоянии может взаимодействовать с ТГ.

Необратимое связывание казеина, индуцированное инкубированием обезжиренного молока с МТГ, ведёт к образованию геля с пониженной проницаемостью, являющейся причиной увеличе-

ния силы геля йогурта. Lorenzen et al. (1999) показали, что йогурт, приготовленный с использованием МТГ, имеет пониженное подкисление при хранении, меньшее отделение сыворотки, более мягкий вкус и более гладкую и белую и менее влажную поверхность, чем необработанный продукт.

Йогурты имеют мягкую структуру, благодаря образованию слабых нековалентных физических связей в белковой матрице. ТГ, добавленная в йогуртовое молоко, понижает уровень синерезиса и повышает вязкость. Тем не менее, МТГ оказывает некоторое неблагоприятное действие на рост бактерий йогуртовой закваски, вызывая замедление снижения pH и накопления ацетальдегида и во время, и после сквашивания, по сравнению с контрольным йогуртом. По другим данным ферментное связывание молочных белков улучшает функциональные свойства йогурта, ведёт к улучшению микроструктуры геля йогурта, оказывает положительное влияние на жизнеспособность пробиотических культур. Связывание молочных белков посредством МТГ является приемлемой альтернативой вместо добавления избытка белка или стабилизатора в обезжиренный йогурт. Тем не менее, для получения йогурта с хорошими физическими и органолептическими свойствами необходимо выбирать корректную концентрацию ТГ. Vönisch et al. (2007) обрабатывали обезжиренное молоко с помощью ТГ или ТГ+GSH до сквашивания. В этих условиях изопептидные связи могли формироваться исключительно внутри мицелл из-за стерических и электростатических затруднений между слоями κ -казеина на поверхностях мицелл. При последующей тепловой обработке молока (95 °С; 3 мин.) сывороточные белки денатурировали и взаимодействовали с поверхностями казеиновых мицелл путём обмена: κ -казеин – сывороточный белок. Во время процесса сквашивания модифицированные ферментом и покрытые сывороточным белком казеиновые мицеллы агрегировали, что, по мнению авторов, приводило к формированию трёхмерной гелевой сети. Это наблюдение, возможно, объясняется присутствием дрожжевого экстракта в препарате ТГ+GSH (19 – 32 % дрожжевого экстракта на грамм препарата ТГ+GSH), так как ранее было установлено, что дрожжевой экстракт благоприятно влияет на рост молочнокислых бактерий. Итак, для промышленного применения связывание белков с помощью ТГ+GSH, производимое до сквашивания, открывает возможность получения йогуртовых гелей с улучшенными реологическими свойствами, без синерезиса, даже при пониженном белковом содержании и без дополнительной тепловой обработки, предшествующей ферментативному связыванию.

Исследованы реологические характеристики гелей из сывороточного белка, приготовленных с использованием ТГ. Установлено, что ферментный катализ процесса ведёт к образованию гелей со значительным увеличением молекулярного веса и вязкости образца, при этом гели обнаруживают значительно большие пределы текучести и деформации по сравнению с гелями холодного приготовления без фермента и гелями горячего приготовления при 80 °С. Таким образом, использование ТГ – это приемлемый метод для получения гелей с улучшенными реологическими характеристиками.

Swaigood, Horton (1987) иммобилизовали ТГ на стекле, а затем 8% раствор сывороточного белка инкубировали с иммобилизованным ферментом, что вызывало связывание части сывороточных белков и возрастание вязкости геля. Иммобилизованные ферменты имеют преимущества над свободными ферментами в отсутствии ступени инактивации фермента, в возможности точного контроля степени протекания реакции, а также многократного использования фермента. Это способствует снижению затрат, минимизирует количество нежелательных побочных продуктов (например, при термической инактивации), которые могут быть причиной пороков вкуса и запаха.

Сывороточные белки превратились в важный компонент для многих пищевых продуктов благодаря своей высокой питательной ценности, лёгкой усвояемости и способности придавать такие характеристики, как эмульгирующая способность, стабилизация, пенообразующая способность и желирование. В работе показана возможность использования казеината натрия α -лактоглобулин для приготовления гелевых эмульсий с помощью ТГ (Dickinson, Yamamoto (1996).

Преимуществами использования ТГ в молочной промышленности являются: снижение затрат за счёт уменьшения количества белка и/или стабилизаторов; повышение вязкости/силы геля йогуртов, приготовленных как резервуарным, так и термостатным способом; понижение синерезиса, достижение более гладкой поверхности; достижение кремообразной консистенции йогуртов с низким содержанием жира.

В настоящее время все большее распространение получают комбинированные продукты, в которых сочетаются достоинства пищевого сырья растительного и животного происхождения. В таких продуктах можно регулировать аминокислотный, липидный и минеральный состав, обогащать их недостающими витаминами, микронутриентами, пищевыми волокнами, что особенно

важно для диетического и лечебно-профилактического питания. Используя ТГ для связывания различных белков, можно конструировать продукты сложного сырьевого состава для людей с определёнными видами патологии, или с непереносимостью отдельных продуктов.

Молоко служит основой для создания продуктов сложного сырьевого состава с функциональными свойствами, которые способны оказывать регулирующее действие на определенные системы или на организм человека в целом. По своему предназначению они относятся к продуктам массового потребления, то есть имеют вид традиционной пищи и предназначены для питания в составе обычного рациона основных групп населения.

Проблема потери ценнейших белков сыворотки при производстве творога и сыра не решена во многих странах мира. Связывание сывороточных белков ферментом трансглутаминазой позволяет не только увеличить выход творога, но и повышает его биологическую ценность. Следовательно, изучение использования ТГ в биотехнологии молочных продуктов является актуальной задачей.

В наших собственных исследованиях установлено, что ТГ не влияет на скорость сквашивания молока. Однако препарат ТГ в значительно более низких концентрациях по сравнению с неферментными белками уменьшает долю выделившейся сыворотки и увеличивает прочность полученного сгустка. Применение ТГ повышает влагоудерживающую способность и снижает синерезис молочно-кислых продуктов, полученных путём сквашивания молока ацидофильной палочкой. При инкубировании молочной сыворотки с препаратом ТГ наблюдается связывание белков сыворотки и снижается остаточная концентрация растворимых белков, что доказано методами ЭФ и гель-хроматографии. Установлено ферментативное связывание белков сыворотки молока с белками клейковины пшеницы. Иммунохимически доказано снижение сродства связанного глиадина к моноклональным антителам против нативного белка, что открывает перспективу производства функциональных продуктов для больных целиакией. Исследовали действие препарата ТГ на получение творога кислотным способом при сквашивания молока мезофильными лактококками, при этом получен творог, имеющий более высокие органолептические и физико-химические показатели по сравнению с контрольным. Нами установлено также, что использование ТГ в производстве творога позволяет увеличить выход готового продукта на 15 % (Шлейкин и др., 2009).

Таким образом, внедрение ферментных технологий в производство молочных и других пищевых продуктов позволяет получать качественные продукты с новыми свойствами и более экономно расходовать ценное белоксодержащее сырьё. Следовательно, разработка технологий по применению ТГ в пищевых технологиях является перспективной и требует дальнейшего изучения.

Список литературы:

1. Bönisch M.P., Huss M., Weigl K., Kulozik U. Transglutaminase cross-linking of milk proteins and impact on yoghurt gel properties. *International Dairy Journal*. 2007. 17. 1360 – 1371.
2. De Jong G.A.H., Wijngaards G., & Koppelman S.J. Transglutaminase inhibitor from milk. *Journal of Food Science*. 2003. 68. 820 – 825.
3. Dickinson E. Enzymatic crosslinking as a tool for food colloid rheology control and interfacial stabilization. *Trends in Food Science and Technology*. 1997. 8. 334 – 339.
4. Færgemand M., Murray B.S., Dickinson E., & Qvist K.B. Cross-linking of adsorbed casein film with transglutaminase. *International Dairy Journal*. 1999. 9. 343 – 346.
5. Flanagan J., Gunning Y., & FitzGerald R. J. Effect of crosslinking with transglutaminase on the heat stability and some functional characteristics of sodium caseinate. *Food Research International*. 2003. 36. 267 – 274.
6. Lorenzen P.Chr., Neve H., Mautner A., & Schlimme E. Effect of enzymatic cross-linking of milk proteins on functional properties of set-style yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*. 2002. 55(3). 152 – 157.
7. Nieuwenhuizen W.F., Dekker H.L., Groneveld T., Koster C. G. de, & Jong, G. A. H. de. Transglutaminase-mediated modification of glutamine and lysine residues in native bovine beta-lactoglobulin. *Biotechnology and Bioengineering*. 2004. 85(3). 248 – 258.
8. Шлейкин А.Г., Данилов Н.П., Красникова Л.В. Влияние трансглутаминазы на связывание сывороточных белков. «Пищевая промышленность». 7. 2009. С. 9.

9. Shleikin A.G., Krasnikova L.V., Danilov N.P. Substrate specificity of transglutaminase. Influence of transglutaminase on milk whey protein cross-linking. "Food technology operations. New Vistas", monography, edited by W. Kopec and M. Korzeniowska, Wroclaw, 2009.

10 Swaisgood H.E., Horton H.R. Covalent immobilization of proteins by techniques which permit subsequent release. *Methods Enzymol.* 1987. 135. 130 – 141.

УДК 664.78.01, 616.34-007.23

ИННОВАЦИОННОЕ СЫРЬЕ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПИТАНИЯ**А.Г. Христенко, Т.В. Щеколдина**

Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, Россия

schekoldina_tv@mail.ru

Питание является одним из важнейших факторов, определяющих состояние здоровья и поддержание работоспособности человека.

Избыток или недостаток питания, качество продуктов в жизни человека являются предрасполагающими факторами в развитии заболеваний не только желудочно-кишечного тракта, но и всех систем организма, – при нормальной работе пищеварительной системы будут правильно функционировать и другие системы нашего организма.

В последнее время желудочно-кишечные заболевания все чаще привлекают к себе внимание специалистов – по данным статистики, примерно 50 – 60% взрослого населения в мире страдают теми или иными расстройствами пищеварительной системы.

Целиакия – наследственное заболевание, нарушение пищеварения, вызванное повреждением ворсинок тонкой кишки некоторыми пищевыми продуктами, содержащими определённые белки – глютен (клейковина) и близкими к нему белками злаков (авенин, гордеин и др.) – в таких злаках, как пшеница, рожь, ячмень и овёс [1, 6].

Единственным методом лечения больных целиакией является строжайшая безглютеновая диета, основанная на полном исключении из питания не только всех хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделий, но и продуктов, которые могут содержать даже следовые количества глютена – скрытого глютена.

На отечественном рынке для питания больных целиакией представлены продукты иностранных производителей в виде готовых мучных смесей для выпечки, макаронные и кондитерские изделия ограниченного ассортимента по очень высокой цене. Такая цена ограничивает высокий потребительский спрос среди больных целиакией. Тем не менее, рынок безглютеновой продукции постепенно расширяется, основной сегмент которого в нашей стране приходится на интернет-магазины диетического направления или специальные отделы крупных гипермаркетов.

Основным сырьем для производства безглютеновых продуктов является крахмал; рис, гречиха, пшено, кукуруза и продукты их переработки. При составлении рецептур таких лечебных продуктов необходимо придерживаться теории сбалансированного питания [1].

В соответствии с методическими рекомендациями о нормах физиологических потребностях в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации по пищевой ценности продукты должны содержать 13% белка, 14% жира, 62% углеводов и 5% клетчатки [3].

Анализ данных химического состава зернового сырья для производства безглютеновых продуктов (рис, гречиха, кукуруза, пшено) показал в нем следующее содержание основных пищевых веществ: 7,4 - 12% белка, 1,2 - 3% жира, 56 - 60% углеводов и 0,7 - 2,0% клетчатки [4].

Такое дополнительное сырьё как маргарин, сахар, масло сливочное или растительное только усиливает дисбаланс между содержанием белков, жиров и углеводов в готовых лечебных продуктах.

Поэтому цель нашей работы заключалась в поиске и исследовании нового сырья, отличающегося отсутствием глютена и высоким содержанием основных пищевых веществ, для производства безглютеновых продуктов. Этот продукт называется киноа.

Киноа – древняя зерновая культура, произрастающая в Андах. В цивилизации инков киноа была одним из трех основных видов пищи наравне с кукурузой и картофелем. Инки называли ее «золотым зерном».

Растение также известно под другими именами, как «кинва», «квиноа», «квиноа», «рисовая лебеда». Отлично адаптируется к различным агроэкологическим зонам, поэтому выращивается более чем в 70 странах мира от Канады до Австралии. Крупнейшими производителями киноа яв-

ляются Боливия, Перу и США. Это однолетнее растение высотой до 3 м с прямостоячим стеблем и соцветием в виде метелки с семенами [7].

Уникальность киноа заключается в его химическом составе. По качеству и содержанию белков, которое колеблется от 13 до 17%, киноа превосходит другие зерновые культуры. 37% белков составляют незаменимые аминокислоты. Киноа содержит следующие аминокислоты в больших, чем другие зерновые культуры, количествах: глутаминовая кислота, аспарагиновая кислота, изолейцин, лизин, фенилаланин, тирозин и валин [2, 8]. По данным [2] киноа не содержит глютен, что делает его перспективным сырьем для производства безглютеновых продуктов.

Помимо уникальных белков киноа содержит от 4,5 до 8,7% жиров с высоким содержанием жирных омега-кислот, от 54 до 64% углеводов, от 2,1 до 4,9% клетчатки и минеральные вещества [8]. Зерна киноа содержат практически все микроэлементы в большем количестве, чем другие зерновые культуры. Это фосфор, кальций, железо, калий, магний, марганец, цинк, медь и литий.

В пищу используются цельные или пророщенные зерна, нежные листья, сырая или обжаренная мука, хлопья. Это могут быть сухие завтраки, детское питание, мучные изделия.

Генеральная ассамблея ООН провозгласила 2013 год Международным годом киноа как инновационной сельскохозяйственной культуры, которая может внести огромный вклад в решение проблемы продовольственной безопасности, благодаря уникальному химическому составу, неприхотливости в выращивании и высокой урожайности [2].

В нашей стране киноа продается в мелкой фасовке в крупных гипермаркетах или интернет-магазинах. Как сельскохозяйственная культура пока не возделывается. Хотя наличие в России различных агроэкологических зон от равнин до высоких гор позволяет выращивать киноа.

Подробная статья академика Карла Бэра о киноа и перспективах ее выращивания в северных областях Российской империи свидетельствует об интересе к этой культуре еще 200 лет назад и является единственной научной публикацией о ней в нашей стране [5].

Таким образом, киноа является уникальным сырьем для создания новых продуктов для людей, больных целиакией. Эта культура не только является гипоаллергенной для них, но и обладает высоким содержанием белков, жиров, углеводов, микроэлементов и витаминов, что позволит решить проблему дисбаланса этих основных пищевых веществ в нынешних безглютеновых продуктах.

Список литературы:

1. Маюрникова Л.А. Целиакия. Проблемы и решения / Л.Я. Маюрникова, Н.Н. Аширова // Пищевая промышленность. 2011. № 6. С. 60 – 63.
2. Международный год квиноа – 2013 [Электронный ресурс] // Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org>
3. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Управление Роспотребнадзора по Забайкальскому краю: <http://75.rospotrebnadzor.ru>
4. Мука для продуктов детского питания [Электронный ресурс] // ООО «Диетпром»: <http://www.dietprom.ru>.
5. Предложение о разведении квиноа в северных областях Российской империи, 1839 год [Электронный ресурс] // АгроXXI: <http://www.agroxxi.ru>
6. Acceptability of Grains and Other Foods [Электронный ресурс] // Canadian Celiac Association: <http://www.celiac.ca>
7. Lorenz K., Coulter L. Quinoa flour in baked products // Plant Foods for Human Nutrition. 1991. Vol. 41. P. 213 – 223.
8. Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security July 2011 // Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org>.

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 620.9:662.767.2

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.А. Нагдалян, А.С. Зайцев, Н.П. Оботурова

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

geniando@yandex.ru

Сегодня, как никогда актуальны вопросы, связанные с очисткой сточных вод предприятий мясной промышленности. В процессе производства мясных продуктов в значительных количествах используют воду питьевого качества. Загрязняясь отходами и потерями производства, она превращается в сточную воду и отводится в канализационную систему предприятия. Очистка производственных вод, образующихся на различных стадиях технологических процессов, является серьезной экологической проблемой для мясоперерабатывающей отрасли.

Сточные воды мясоперерабатывающих предприятий содержат значительное количество органических веществ, которые сравнительно легко окисляются, при этом расходуется содержащийся в воде кислород, что вызывает гибель водных организмов и развитие анаэробных процессов, создающих неприемлемые условия водопользования.

Сточные воды мясокомбинатов представляют собой полидисперсную и многокомпонентную систему с высоким уровнем микробиологической обсеменённости. Загрязнения присутствуют в стоках во всех видах дисперсного состояния: растворенном, коллоидном, эмульгированном. В связи с этим актуальной становится задача разработки и применения эффективных и недорогих способов очистки сточных вод [1].

Таким образом, становится актуальной задача разработки, проектирования и применения эффективных и недорогих очистных сооружений для мясоперерабатывающих предприятий в различных условиях их дислокации по отношению к населённым пунктам

Вопросы, связанные с очисткой сточных вод возникали уже давно, они обусловлены в связи с моральным устареванием существующих способов очистки, а также в дороговизне и сложности эксплуатации некоторых методов.

При выборе конкретной технологии анализируются недостатки того или иного способа обработки воды: хлорирование недостаточно эффективно в отношении вирусов, приводит к образованию канцерогенных и мутагенных хлорорганических соединений имеется опасность передозировки, существует зависимость от температуры, рН и химического состава воды; озонирование характеризуется образованием токсичных побочных продуктов (броматы, альдегиды, кетоны, фенолы и др.), опасность передозировки, возможностью повторного роста бактерий, необходимостью удаления остаточного озона; применение ультрафиолета требует качественной предварительной подготовки воды, эффект обеззараживающего действия не продолжителен; кавитация имеет ограниченный ресурс оборудования, что приводит к увеличению эксплуатационных затрат; ультрафиолет и ультразвук - это комплексное воздействие на бактерицидные свойства воды, но отсутствие полноценного промышленного оборудования, делает этот способ обработки воды доступным только для лабораторных исследований.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что в настоящее время необходима технология очистки сточных вод, которая бы отвечала всем современным нормам, а именно: экологически безопасная, экономически эффективная и не требующая особо больших эксплуатационных затрат.

На сегодняшний день одним из перспективных методов очистки сточных вод мясоперерабатывающих предприятий, в соответствии с обозначенными критическими технологиями РФ, явля-

ется разрядно-импульсная обработка. В основе разрядно-импульсной обработки лежит принцип электрогидравлического эффекта. Электрогидравлический эффект, в свою очередь, включает в себя целый комплекс физических и химических явлений, способных в совокупности осуществлять полезную работу.

Осуществление электрогидравлического эффекта связано с относительно медленным накоплением энергии в источнике питания и практически мгновенным ее выделением в жидкой среде. При создании внутри объема жидкости, специально сформированного импульсного высоковольтного электрического разряда, вокруг зоны его образования возникают сверхвысокие давления, способные совершать полезную механическую работу, сопровождающуюся комплексом физических и химических явлений. Все эти факторы позволяют оказывать на жидкость и объекты, помещенные в нее, весьма разнообразные физические и химические воздействия.

Так, например, ударные перемещения жидкости, возникающие при развитии и схлопывании кавитационных полостей, способны деструктурировать объекты, помещенные вблизи зоны разряда. Мощные инфра- и ультразвуковые колебания, сопровождающие электрогидравлический эффект, дополнительно диспергируют уже измельченные материалы, вызывают резонансное разрушение крупных объектов на отдельные составляющие части, осуществляют интенсивные химические процессы синтеза, обрыва сорбционных и химических связей. Электромагнитные поля разряда также оказывают мощное влияние, как на сам разряд, так и на ионные процессы, протекающие в окружающей его жидкости [4]. Под их влиянием могут происходить разнообразные физические и химические изменения в обрабатываемом материале.

При пробое разряда в жидкой среде формируется кавитационная парогазовая область порождающая фронт ударной волны давления, акустического поля широкого спектра частот, ультрафиолетовое свечение, изменение окислительно-восстановительного потенциала и структуры жидкости [3].

Электрогидравлические удары способны вызывать в воде появление активных свободных радикалов, атомарных кислорода и водорода, образование соединений азота и даже простейших аминокислот. Воздух и другие газы, растворенные в воде, способствуют осуществлению этих процессов.

Атомарный кислород, перекись водорода, соединения азота и другие компоненты интенсивно воздействуют на разного рода загрязнения жидкостей, нейтрализуя, связывая и уничтожая их.

Помимо АФК, одной из причин гибели микроорганизмов при электрогидравлической обработке является высокое давление, возникающее в момент электроразряда в рабочей камере. [2]

Для подтверждения предлагаемого метода были проведены исследования влияния электрогидравлического эффекта на очистку сточных вод местного мясоперерабатывающего предприятия.

Обработка проводилась при следующих параметрах рабочей установки: уровень запасаемой энергии – 3,62 кДж, напряжение – 9,5 кВ, емкость конденсаторных батарей – 100 мкФ, период заряда конденсаторной батареи – 1 с (частота разряда 1 Гц), количество импульсов: 150. Исследовались два образца: контрольный и опытный. Опытный образец был обработан цепочкой разрядов, контрольный образец, соответственно, был без обработки. Полученные два образца были направлены в МУП «Водоканал» г. Ставрополя для исследования химического состава. Результаты химического состава приведены в таблице 1.

По результатам определения химического состава можно сделать вывод о том что, в результате разрядно-импульсной обработки уменьшилось содержание: взвешенного вещества, ионит аммония, БПК_{полн.}, нитратов. Повышение уровня содержания железа и меди обусловлено незначительной эрозией материала электрода. Этот факт можно использовать как положительный момент и использовать электроды, собранные из различных материалов в зависимости от уровня загрязненности вод и поставленной цели. Снижение процентного содержания этих показателей говорит нам о том, что содержание вредных веществ в сточной воде снижается под воздействием высоковольтных импульсных разрядов.

Результаты химического анализа контрольного и опытного образца сточной воды мясоперерабатывающего цеха

№ п/п	Определяемые показатели	Концентрация определяемых показателей		Ед. изм.
		Контрольный образец	Опытный образец	
1	Взвешенные вещества	181,25 ± 7,0	18,5 ± 7,2	мг/дм ³
2	БПК _{пол}	762,0 ± 68,6	55,5 ± 7,2	мгО ₂ /дм ³
3	ХПК	1295,4 ± 307,2	1295,6 ± 313,3	мгО/дм ³
4	Нитриты	0,06 ± 0,012	0,01 ± 0,003	мг/дм ³
5	Нитраты	51,5 ± 11,4	33,6 ± 7,4	мг/дм ³
6	Фосфаты	14,01 ± 0,56	3,65 ± 0,51	мг/дм ³
7	Ион аммония	548,8 ± 131,7	53,8 ± 12,3	мг/дм ³
8	Жиры	9,8 ± 1,7	5,8 ± 1,0	мг/дм ³
9	Железо	6,11 ± 0,6	8,8 ± 0,88	мг/дм ³
10	Медь	0,023 ± 0,0046	0,165 ± 0,033	мг/дм ³

Список литературы:

1. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: СанПиН 2.1.5.980-00 // КонсультантПлюс, 2010
2. Сытник И.А. Электрогидравлическое действие на микроорганизмы. К. Здоровья: 1982, 94с.
3. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Л.: Машиностроение, 1986.
4. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект. М. Л.: Машгиз, 1955. 51с.

УДК 338.439

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ КАЧЕСТВА И ПИЩЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

О.И. Сергиенко¹, А.В. Белова²

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – Czech University of Life Sciences in Prague, г. Прага, Чешская Республика

oisergienko@yandex.ru

В статье анализируется практика применения международной стандартизации в области качества и безопасности пищевых продуктов для выявления основных тенденций в странах ЕС и в мире.

Необходимость удовлетворения растущего спроса населения на доброкачественную и экологически безопасную продукцию и услуги в пищевом секторе в течение последних двух десятилетий привела к рассмотрению условий, гарантирующих безопасность, как на производстве, так и при реализации продукции. Все большую роль начинают играть крупные сетевые розничные компании, супермаркеты и гипермаркеты, объем продаж которых стремительно растет.

В пищевом секторе для снижения возможных рисков для потребителей широко применяется система ХАССП (*Hazard Analysis and Critical Control Point* - анализ рисков и определение критических контрольных точек). В странах ЕС система ХАССП является обязательной для производителей пищевой продукции. В некоторых странах в настоящее время ХАССП пока является добровольной, однако происходит подготовка к внедрению системы в обязательном порядке.

Кроме обеспечения соответствия требованиям международных и государственных стандартов в последнее время все большую актуальность приобретают частные (private) стандарты качества, которые разрабатываются отдельными компаниями, объединениями или неправительственными организациями. Всемирная торговая организация классифицирует частные стандарты в от разработчиков на три группы: стандарты отдельных предприятий, национальные коллективные стандарты, международные коллективные стандарты (Henson, S., Humphrey, J., 2009).

Стандарты отдельных компаний разрабатываются в основном крупными розничными операторами (например, *Nature's choice (Tesco)*, *Fillier Qualité (Carrefour)*) и применяются для контроля качества продукции в собственной цепочке поставок. Поставщики пищевых продуктов должны пройти аудит на соответствие таким стандартам. Стандарты отдельных компаний носят международный характер, поскольку после прохождения процедуры аудита на соответствие стандарту в одной стране, поставщик может экспортировать свою продукцию в данную розничную сеть и в других странах.

Национальные коллективные стандарты разрабатываются коллективными организациями в рамках одной страны, в т.ч. союзами производителей и неправительственными организациями. Они предназначены для установления специфических требований к пищевым продуктам в отдельной стране или регионе. Например, в Великобритании в торговых розничных сетях для контроля качества применяют стандарт BRC (the British Retail Consortium).

BRC Global Standard for Food Safety – Глобальный стандарт Британского консорциума розничной торговли для пищевой безопасности, разработан в 1998 году. Стандарт BRC был разработан для контроля соответствия поставщиков собственным торговым маркам розничных компаний. Однако в настоящее время стандарт используется и по отношению к другим производителям пищевых продуктов.

Наиболее широко стандарт применяется в Великобритании (3577 сертифицированных компаний), Италии (2023 сертификатов), Китае (1410 сертификатов), Испании (1347 сертификатов), Нидерландах (1255 сертификатов), Франции (817 сертификатов), Германии (614 сертификатов). В настоящее время стандарт BRC применяется в 90 странах мира, и уже насчитывается 19654 сертифицированных компаний (BRC directory, 2013).

Международные коллективные стандарты предназначены для применения организациями разных стран. Примером данных стандартов является стандарт *International Food Standard (IFS), Safe Quality Food (SQF) 1000/2000, GlobalGAP*.

Инициатива разработки международного пищевого стандарта IFS принадлежит немецкой ассоциации розничных сетей. В 2003 году к рабочей группе по разработке стандарта присоединилась Федерация предприятий торговли и дистрибуции Франции, а в 2006 ассоциация представителей розничной торговли Италии. В настоящее время выдано более 13 400 сертификатов (IFS, 2013). Наибольшее распространение стандарт IFS получил в Германии, Франции и Италии, а также в странах, где работают розничные компании данных стран. Розничные сети Австрии, Польши, Испании, Швейцарии также применяют данный стандарт для контроля качества продукции (Fuchs, D., Kalfagianni, A., Havinga T., 2011).

Стандарт *SQF - The Safe Quality Food* – программа сертификации пищевой безопасности и качества для первичного производства (SQF 1000) и для производства продуктов питания и реализации (SQF 2000). Стандарт был разработан в 1994 году министерством сельского хозяйства в Австралии. Права на данный стандарт приобрел Институт маркетинга в пищевой промышленности США в 2003 году. (Fuchs, D., Kalfagianni, A., Havinga T., 2011). В настоящее время выдано 5411 сертификатов, большая часть в США (3362 сертификата), Австралии (847), Канаде (505 сертификатов), (SQF, 2013).

Для стандартизации систем контроля поставщиков, разработанных различными сетями супермаркетов, в 2000 году была создана Глобальная инициатива по безопасности пищевых продуктов (*Global Food Safety Initiative (GFSI)*). В настоящее время GFSI признала шесть схем сертификации для производителей пищевой продукции (*BRC global standard version 6, IFS Standard, version 6, FSSC 22 000, SQF 2000, 7th edition, Level 2, Global Red Meat Standard, vision 4.1, Global Aquaculture Alliance BAP, issue 2 (GAA Seafood processing standard)*) и 2 схемы для первичного производства (*CanadaGAP™, GLOBAL G.A.P.*) (GFSI, 2013).

Food Safety System Certification (FSSC 22000:2010) представляет собой независимую ИСО-ориентированную схему сертификации качества и безопасности пищевых продуктов. FSSC 22000 разработал фонд по сертификации продовольственной безопасности. Стандарт объединяет требования ISO 22000:2005, ISO/TS 22003, а также дополнительные нормативные и потребительские требования. Несмотря на то, что стандарт разработан в 2010 году, в настоящее время многие компании предпочитают пройти сертификацию именно на соответствие данному стандарту. На сегодняшний день сертификацию прошло 6160 компаний (FSSC, 2013).

Международные стандарты являются добровольными, но поскольку в настоящее время крупные и средние фирмы производителей-поставщиков большую часть пищевой продукции реализуют через крупные розничные сети, они зачастую вынуждены сертифицировать свои системы менеджмента на соответствие международным стандартам, особенно если продукция производится под торговыми марками розничных сетей.

Несмотря на то, что международные системы качества имеют много общего, они не всегда являются взаимозаменяемыми. Немецкие розничные сети при выборе поставщика отдают предпочтение фирмам, имеющим сертификацию в соответствии со стандартом IFS. В случае если поставщик заинтересован поставлять продукцию в британские розничные сети, то предпочтение будет отдано сертификации в соответствии со стандартом BRC. Также может быть выставлено требование пройти аудит на соответствие внутреннему стандарту Tesco – Nature's choice. Таким образом, производители вынуждены пройти сертификацию на соответствие одному или нескольким частным международным стандартам.

В странах ЕС наибольшее значение в настоящее время имеют стандарты IFS, BRC. Стандарт IFS нашел наибольшее распространение в Германии, Франции, Италии, в связи с тем, что розничные сети данных государств участвовали в создании данного стандарта. К розничным сетевым компаниям, поддерживающим стандарт IFS, относятся *Metro Group, Edeka, Rewe Group, Aldi, Lidl, Auchan, Carrefour Group, EMC - Groupe Casino, Leclerc, Monoprix, Picard Surgelés, Provera (Cora and Supermarchés Match), Système U, COOP, CONAD and Unes* и т.д. Стандарт BRC в основном распространен в Великобритании. Розничные сети применяющие данный стандарт включают *Carefour, Tesco, ICA, Metro, Migros, Ahold, Walmart and Delhaize, Marks and Spencer* и т.д.

С появлением стандарта FSSC 22000 началось его широкое применение в странах ЕС. Стандарт FSSC 22000 обладает большим потенциалом, поскольку в нем реализуется один из наиболее комплексных подходов к системе управления безопасностью пищевых продуктов. Стандарт основан на ISO 22000, и он хорошо интегрируется с другими системами менеджмента качества,

такими как ISO 9001, ISO 14001 и OHSAS 18001, давая возможность операторам в цепочке создания пищевой продукции улучшить качество продуктов питания, а также обеспечить их безопасность персонала и окружающей среды.

На сегодняшний день перед производителем при реализации пищевой продукции или экспортером часто возникает проблема сертификации на соответствие частным стандартам. Поскольку процесс сертификации является достаточно затратным, вопросы выбора того или иного международного стандарта, в соответствии с которым будет сертифицироваться система менеджмента, становится весьма актуальным.

Для принятия адекватного решения необходимо оценить потребительский спрос, объем продукции, поставляемой в разные розничные сети, возможный объем продаж, экспорта в другие страны и т.д.

Список литературы:

1. Henson, S., Humphrey, J. The impacts of Private Food Safety Standards on the Food Chain and on Public Standard-Setting Processes [on-line]. FAO, Codex alimentarius commission, 2009. URL: http://ec.europa.eu/food/international/organisations/sps/docs/private_standards_codex_en.pdf
2. Fuchs, D., Kalfagianni, A., Havinga T. Actors in private food governance: the legitimacy of detail standards and multistakeholder initiatives with civil society participation. [on-line]. Agriculture and Human Values, 2011, Volume 28, Issue 3, pp 353-367. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10460-009-9236-3>
3. BRC Directory. Brcdirectory. Web brcdirectory. [on-line] BRC trading Ltd., 2013. URL: <http://www.brcdirectory.com/Siteresults.aspx?CountryId=0&StandardId=00000000-0000-0000-0000-000000000000&>
4. IFS. Ten Years of IFS - International Featured Standards [on-line]. Retrieved: 30/08/2013. URL: <http://www.ifs-certification.com/index.php/en/imprint-left-en/51-global-news/1904-news-2013-04-26-10-yrs-ifs-en>
5. SQF. SQF database [on-line]. Retrieved: 15/08/2013. URL: [https://sqf.etq.com/production/reliance?ETQ\\$CMD=CMD_EXECUTE_ACTION_FORMULA&ETQ\\$ACTION_NAME=SEARCH_1&ETQ\\$APPLICATION_NAME=COMPANY_1&ETQ\\$FORM_NAME=PUBLIC_SEARCH&ETQ\\$KEY_NAME=PUBLIC_SEARCH_ID&ETQ\\$KEY_VALUE=1141011683&undefined&ETQ\\$SCREEN_WIDTH=1725](https://sqf.etq.com/production/reliance?ETQ$CMD=CMD_EXECUTE_ACTION_FORMULA&ETQ$ACTION_NAME=SEARCH_1&ETQ$APPLICATION_NAME=COMPANY_1&ETQ$FORM_NAME=PUBLIC_SEARCH&ETQ$KEY_NAME=PUBLIC_SEARCH_ID&ETQ$KEY_VALUE=1141011683&undefined&ETQ$SCREEN_WIDTH=1725)
6. GFSI. GFSI and Benchmarking [on-line]. Retrieved: 20/08/2013. URL: <http://www.mygfsi.com/about-gfsi/gfsi-recognised-schemes.html>

УДК 504.06

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ СОКОВОЙ ОТРАСЛИ)

С.Е. Копыльцова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

skopyltsova@yandex.ru

В настоящее время происходит изменение законодательства Российской Федерации с целью обеспечения требований по соблюдению производителями экологических нормативов и стандартов и стимулирования перехода к использованию наилучших доступных технологий (НДТ). Вступление России во Всемирную торговую организацию, произошедшее в августе 2012 г., в ближайшем будущем потребует от предприятий приведения технологии производства и продукции в соответствие с требованиями международных экологических стандартов. Предприятия будут вынуждены в сжатые сроки модернизировать производство. Нормативно-правовая база для перехода на комплексные экологические разрешения и нормирование негативного воздействия на окружающую среду на основе НДТ находится на стадии разработки.

На данный момент создана нормативно-методическая база для определения НДТ в энергетике, производстве строительных материалов и некоторых других отраслях (серия государственных стандартов в области ресурсосбережения), однако, для пищевой промышленности критерии и показатели НДТ отсутствуют.

В Европейском Союзе рекомендуемые технологии приводятся в специальных сборниках, которые получили название справочных документов по НДТ (Reference Document on Best Available Techniques, BREF). Данные справочники не являются ни стандартами, ни техническими регламентами, они также не являются обязательными к использованию. Однако приведенная в них информация позволяет производителям провести первичную оценку используемых ими технологий, технических средств и методов управления и определить степень соответствия международным стандартам.

Характеристики и требования к НДТ производства продуктов питания представлены в справочном документе «Производство пищевых продуктов, напитков и молока» (BREF Foods, Drink and Milk Industries), опубликованном в свободном доступе в 2006 г. Данный документ не имеет не только официального, но и неофициального перевода на русский язык.

Очевидно, что для повсеместного улучшения экологической обстановки в Российской Федерации целесообразно адаптировать положительный опыт и «наилучшие практики» европейских государств, но с учетом территориальной, экономической и социальной специфики страны.

Целью работы являлось определение НДТ производства соков на отечественных предприятиях с использованием методики экологической оценки жизненного цикла продукции, которая получила широкое распространение в европейской практике при выявлении наилучших существующих технологий.

Работа выполнена с использованием фактических данных предприятия по производству соков, расположенного в Санкт-Петербурге.

Для достижения указанной цели были сформулированы следующие задачи:

- выполнить перевод разделов европейского справочного документа по НДТ, относящихся к производству соков, и определить наиболее экологически значимые технологии и единичные процессы в жизненном цикле продукции;
- провести инвентаризационный анализ технологий производства соков на отечественных предприятиях на примере одного из производителей в Санкт-Петербурге;
- выявить сходства и различия технологий производства соков в Европейском Союзе и России;
- провести оценку экологических и технико-экономических показателей исследуемых технологий;

– определить критерии НДТ производства соков и их рекомендуемые значения для российских предприятий.

Методами исследования являлись системный анализ и оценка жизненного цикла продукции (в соответствии с требованиями серии национальных стандартов ГОСТ Р ИСО 14040).

В ходе выполнения исследования было выявлено, что технологии производства соков в России и за рубежом отличаются незначительно. Основное отличие может быть связано с оборудованием, используемым для осуществления технологического процесса. Однако судя по данным, полученным с петербургского предприятия по производству соков, на передовых российских предприятиях применяется европейское оборудование (например, произведенное в Германии), что еще больше сближает технологии производства соков в России и Европе.

Также было определено, что наибольшее воздействие на окружающую среду в жизненном цикле соков оказывают не стадии производства готовой продукции, а стадии выращивания и переработки сырья, т. е. фруктов и овощей.

На самом же предприятии по производству соков наиболее значительный вклад в загрязнение окружающей среды вносят вспомогательные производства – автотранспортный участок и энергообеспечивающий объект (в рассматриваемом случае – котельная).

В результате выполнения работы с учетом рекомендаций (методологии) европейского справочника по определению НДТ были выявлены следующие сложности формирования списка НДТ производства соков в российских условиях.

1. Зачастую отечественные предприятия по производству соков, оснащенные высокотехнологичным оборудованием, являются филиалами крупных зарубежных концернов. Это позволяет им, «прячась» за корпоративной политикой, сильно ограничивать доступ к информации об используемых технологиях и их воздействии на окружающую среду.

2. Несмотря на то, что крупные российские производители соков чаще всего сертифицированы по международным стандартам в области систем качества продукции, экологического менеджмента, охраны труда и производственной безопасности, у персонала, ответственного за экологическую деятельность предприятия, отсутствует системное мышление и понимание принципов природоохранного нормирования на основе наилучших доступных технологий. Экологи предприятия расценивают условия соблюдения НДТ как непревышение устанавливаемых нормативов воздействия на различные компоненты окружающей среды (ПДВ, ПДС, ПНООЛР и др.). Если значения загрязняющих веществ в выбросах в атмосферу, сбросах сточных вод и объемы образования отходов соответствуют требованиям, то эколог оценивает технологию своего предприятия «априори» как НДТ.

3. Основными экологическими аспектами на предприятиях по производству соков из восстановленных концентратов, являются утилизация отходов упаковки из-под концентрата; фильтратных материалов, использованных в процессе водоподготовки; выбор и оптимизация работы моющего оборудования (потребление воды на мойку, расход моющих средств).

До сих пор остается открытым вопрос о том, каким образом будут формироваться российские справочники по НДТ. Не подвергается сомнению тот факт, что пищевая промышленность в целом, и соковая отрасль в частности, оказывают незначительное воздействие на окружающую среду, например, по сравнению с черной и цветной металлургией, нефтехимией, машиностроением, целлюзно-бумажной промышленностью и др. Однако справочники по НДТ могут использоваться не только как «кнут» для снижения экологического воздействия, но и как «пряник» для инновационного развития предприятий, стремящихся оптимизировать как воздействие на окружающую среду, так расходы за это воздействие.

Не стоит забывать, что использование НДТ преследует цель устойчивого развития для отдельного предприятия, отрасли и промышленности в целом. Неправильная, вольная трактовка или подмена понятий в области НДТ не позволит российским предприятиям развиваться и конкурировать с зарубежными производителями. Возможно, вступление в ВТО будет стимулировать отечественные предприятия более ответственно относиться и к выбору экологической стратегии своего развития.

Список литературы:

1. Завьялова А.В. Определение наилучших доступных технологий производства соков: Дипл. работа. – НИУ ИТМО, 2013. – 97 с.
2. Завьялова А.В., Копыльцова С.Е. Определение наилучших доступных технологий производства соков на российских предприятиях // Сборник тезисов докладов II Всероссийского конгресса молодых ученых. Вып. 3. Секц. 20. СПб: НИУ ИТМО, 2013. С. 44 – 45 [Электронный ресурс] // URL: http://kmu.ifmo.ru/file/news/13/sec_20.pdf.
3. Сергиенко О.И., Копыльцова С.Е. Определение экологических характеристик продовольствия на основе оценки жизненного цикла продукции/ О.И. Сергиенко, С.Е. Копыльцова // Научный журнал НИУ ИТМО «Экономика и экологический менеджмент» [Электронный ресурс]. СПб.: СПб НИУ ИТМО, 2011. № 1. март. Режим доступа: <http://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/625.pdf>

УДК 658:567

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗООБРАЗНЫХ ОТХОДОВ (ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА)**О.М. Епина, О.И. Сергиенко**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

pecilia@list.ru

Проблема рационального использования нефтяного попутного газа (ПНГ) является для современной России особенно острой в условиях общемировых тенденций по переходу экономики на низкоуглеродный и энергоэффективный путь развития [5].

Попутный нефтяной газ, содержащий в своем составе метан и другие углеводороды, является ценным сырьем для переработки. Однако по данным [5] уровень рационального использования ПНГ за 2010-2012 годы составляет 75-76 %. Под рациональным использованием ПНГ в общем смысле понимается его сбор, промысловая подготовка, транспортировка и переработка на промыслах или газоперерабатывающих предприятиях (например, разделение на компоненты - сухой отбензиненный газ и ШФЛУ на установках низкотемпературной конденсации и низкотемпературной абсорбции); применение в качестве топлива (например, в специализированных энергетических комплексах с получением тепловой, электрической энергии), а также на технологические нужды непосредственно на промыслах при добыче и подготовке нефти или закачка в пласт для хранения или повышения нефтеотдачи (сайклинг-процесс).

При этом, несмотря на все предпринимаемые меры, абсолютная величина сожжённого и рассеянного ПНГ растет. По данным Минэнерго РФ только за 2012 год в России было сожжено и рассеяно 17 миллиардов кубометров попутного нефтяного газа.

Рост величины сожжённого ПНГ связан в первую очередь с вводом в эксплуатацию новых месторождений, удаленных от инфраструктуры по транспортировке и переработке ПНГ.

Другими проблемами рационального использования ПНГ являются: отсутствие финансовых стимулов, которые напрямую связаны с низкой отпускной стоимостью ПНГ; отсутствие у нефтяных компаний необходимой инфраструктуры по переработке ПНГ в условиях отсутствия государственных гарантий инвесторам осуществляющим строительство газоперерабатывающих предприятий и объектов.

Кроме этого, в РФ до настоящего времени ПНГ продолжают считать сопутствующим продуктом при добыче нефти, не относятся к нему как к полноценному сырью. На ПНГ не распространяются акцизы и налог на добычу полезного ископаемого (НДПИ). В соответствии с Налоговым кодексом Российской Федерации ПНГ – это единственное сырье, на которое установлена нулевая ставка НДПИ.

Кроме потерянного ресурсного и энергетического потенциала доля сжигаемого или рассеиваемого ПНГ является источником негативного воздействия на окружающую среду.

Наиболее распространенным методом обращения с неиспользуемым ПНГ является его сжигание с использованием факельных систем. При этом процесс сжигания в факельных установках реализуется энергетически не эффективно (без рекуперации энергии сжигания ПНГ) и экологически небезопасно (с выделением продуктов неполного окисления т.е. с недожогом).

Основное негативное воздействие на окружающую среду при сжигании ПНГ с использованием факельных систем оказывается в форме выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. По данным [5] до 12 процентов от общего объема загрязнений в России составляют выбросы загрязняющих веществ от факельных установок. При этом за год от факельных систем в атмосферный воздух поступает около 400 тысяч тонн загрязняющих веществ. Основными из них являются оксид углерода – 60-80%, сажа – 10-15%, углеводороды – 5-15% окислы азота – 5-10%, диоксид серы – 0-7%. Помимо этих веществ при сгорании ПНГ в атмосферу поступают выбросы более 100 различных элементов, включая загрязняющие вещества I класса опасности. Если коснуться общеэкологической составляющей проблемы - сжигание ПНГ на факелах в РФ вносит ве-

самый вклад в проблему глобального потепления. Так, в России в результате сжигания ПНГ ежегодно образуется почти 100 млн. тонн диоксида углерода, являющегося парниковым газом [5].

Косвенное воздействие на окружающую среду формируется в зоне 50-800 м от факельной установки в виде теплового и химического загрязнения токсичными ингредиентами в газовых выбросах и выражается в виде опосредованной деградации почвенного покрова и растительности, нанесению ущерба животному миру, поверхностным и подземным водам.

В связи с сложившейся ситуацией в области сжигания ПНГ 8 января 2009 года было принято Постановление Правительства № 7 [3], в котором недропользователей обязали к 2012 году достичь 95 % уровень утилизации нефтяного газа – был установлен целевой показатель сжигания ПНГ на факельных установках в размере не более 5% от объема добытого ПНГ. Вместе с этим были приняты стимулирующие меры – установлены дополнительные повышающие коэффициенты к исчислению платы за выбросы вредных (загрязняющих) веществ, образующихся при сжигании на факельных установках ПНГ объемом, превышающим значение целевого показателя.

Однако, необходимо отметить, что к 2012 году установленный уровень утилизации ПНГ в РФ не был достигнут. Существующая ситуация среди крупнейших российских нефтяных компаний такова: самый низкий уровень использования ПНГ зафиксирован у ОАО «НОВАТЭК» - 47%; примерно на одном уровне 65-75% находятся компании: ОАО НК «БашНефть», ОАО НК «Славнефть», ОАО НК «РуссНефть», ОАО «Газпром нефть»; довольно высокий уровень рационального использования ПНГ у компании ОАО «ЛУКОЙЛ» - 87,5% и ОАО «ТНК-ВР» - 82,8%. И только две компании ОАО «ТатНефть» и ОАО «Сургутнефтегаз» достигли уровня использования установленного на отметке 95% и более [5].

Для дальнейшего развития и поддержания положительных тенденций рационального использования ПНГ 8 ноября 2012 года принято Постановление Правительства № 1148 [4].

Постановление №1148 устанавливает предельно допустимое значение показателя сжигания на факельных установках и (или) рассеивания ПНГ в размере не более 5 процентов объема добытого ПНГ. При этом показатель сжигания на факельных установках и (или) рассеивания ПНГ определяется по формуле:

$$Z = \frac{S}{V} \times 100\%.$$

где S - объем сожженного на факельных установках и (или) рассеянного попутного нефтяного газа, добытого на участке недр или на всех участках недр, предоставленных в пользование;

V - объем попутного нефтяного газа, добытого на участке недр или на всех участках недр, предоставленных в пользование.

В случае если интегральный и (или) фактический показатель сжигания превышает его предельно допустимое значение, размер платы за выбросы исчисляется как сумма:

- платы за выбросы, рассчитанной в отношении объема сожженного и (или) рассеянного попутного нефтяного газа, не превышающего объема, соответствующего предельно допустимому значению показателя сжигания, (в соответствии с пунктами 2 - 5 Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия, утвержденного постановлением [2]);

- платы за выбросы, рассчитанной в отношении объема сожженного и (или) рассеянного попутного нефтяного газа, превышающего объем, соответствующий предельно допустимому значению показателя сжигания, как за сверхлимитное загрязнение с учетом применения дополнительного коэффициента K, имеющего значение на 2013 год - 12, с 2014 года - 25.

В случае отсутствия системы учета объемов попутного нефтяного газа, соответствующей требованиям, устанавливаемым Минэнерго РФ, независимо от значения показателя сжигания исчисление размера платы за выбросы осуществляется с применением к нормативам платы за выбросы дополнительного коэффициента K, равного 120.

По оценкам Росприроднадзора только за 2012г. общий объем платежей за сжигание ПНГ составит 6 млрд. руб., в то время как в 2013г. эта цифра будет гораздо больше, потому что с 1 января дополнительные повышающие коэффициенты к платежам за сжигание ПНГ увеличены в несколько раз [5].

По мнению автора, практика, стимулирующая использование ПНГ экономически, в части взыскания не штрафов, а компенсационных платежей, которым по своей сути и назначению явля-

ется плата за негативное воздействие на окружающую среду, является верной. В соответствии с п.п. 1-2 ст.16 Федерального закона "Об охране окружающей среды" [1] любой природопользователь, который осуществляет выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух т.е оказывает негативное воздействие на окружающую среду обязывается платить за это. В то же время плата за негативное воздействие на окружающую среду является по своей правовой природе не налогом, а фискальным сбором, то есть обязательна для всех независимо от применяемой системы налогообложения. Таким образом, любая компания не осуществляющая рациональное использование ПНГ т.е. сжигающая или рассеивающая ПНГ, а значит выбрасывающая в атмосферу загрязняющие вещества, должна автоматически платить за это по закону, не дожидаясь применения к ней штрафных санкций, которые в свою очередь требуют соответствующий процедуры и обоснования.

Так, по моим подсчетам эколого-экономическая эффективность использования ПНГ, например, с применением энергетических комплексов по сравнению с факельной системой сжигания ПНГ аналогичной производительности исчисляется миллионами рублей.

Список литературы:

1. Федеральный Закон "Об охране окружающей среды" от 10 января 2002 года N 7-ФЗ
2. Постановление Правительства РФ от 28 августа 1992 года № 632 «Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия»
3. Постановление Правительства № 7 от 8 января 2009 года «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках»
4. Постановление Правительства № 1148 от 8 ноября 2012 года "Об особенностях исчисления платы за выбросы загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа"
5. Доклад руководителя Федеральной службы по надзору в сфере природопользования Кириллова В.В. «Полезное использование попутного нефтяного газа в Российской Федерации: текущая ситуация и перспективы», представленным 31 мая 2013 на конференции «Опыт Российской Федерации по утилизации попутного нефтяного газа».

УДК 338.502.3

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА НУЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

О.И. Сергиенко, Ю.С. Кащенко

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

yulya_kashenko@mail.ru

Принцип нулевого загрязнения предполагает полное исключение или минимизацию размещения отходов производства и потребления в окружающей среде. Необходимость реализации данного принципа в Санкт-Петербурге и Ленинградской области вызвана как значительным ростом образования отходов и низким уровнем использования вторичных ресурсов, не превышающем 3-5%, так и практически полным заполнением существующих полигонов и свалок. Проблема частично связана также и с быстрым развитием автомобильной отрасли и увеличением количества отходов, требующих специальной переработки. Только на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области размещаются такие автомобильные предприятия, как Ниссан, Тойота, Джернерал Моторс, Форд, Хундай и др. Несмотря на большое количество исследовательских работ в области управления отходами и чистого производства, проблема размещения и переработки отходов автомобильной промышленности остается на сегодняшний день нерешенной. Однако, в зарубежной практике на “материнских предприятиях” вопросы управления отходами находятся в центре внимания корпоративного менеджмента. Так, например, в компании “Ниссан” разработана “Зеленая программа”, которая в среднесрочном периоде, к 2016 году, предполагает снижение отходов производства на 2% ежегодно на территории Японии и на 1% повсеместно, в том числе и на российских заводах [1].

Целью данной исследовательской работы является разработка предложений по сокращению количества отходов, размещаемых на полигонах, и совершенствованию системы управления отходами на предприятии автомобильной отрасли.

Объектом исследования являлось предприятие автомобильной отрасли, расположенное в Санкт-Петербурге.

Предметом исследования являлся поиск возможных решений для уменьшения количества размещаемых твердых бытовых отходов (ТБО) на полигонах на основе принципа иерархического порядка обращения с отходами. При этом для снижения негативного воздействия на окружающую среду приоритетным вариантом является сокращение отходов в источниках их образования, а наименее благоприятным - размещение отходов на специально обустроенных полигонах. В работе рассматривается совершенствование существующей системы управления отходами с внедрением подсистемы по обращению с отходами полимерных материалов и внедрение установки термического обезвреживания отходов с утилизацией теплоты и очисткой дымовых газов.

Современный легковой автомобиль на 76 % состоит из металлов; около 20% составляют полимерные материалы - полипропилен, поливинилхлорид, сополимер акрилонитрила, бутадиена и стирола, полиэтилен высокой плотности, полиэтилен низкой плотности, полиамид и др. Переработка отходов этих материалов может осуществляться на специализированных предприятиях в Санкт-Петербурге [2,3].

В связи с большой номенклатурой полимерных отходов на автомобильных предприятиях и отсутствием точных данных по их составу система обращения должна включать организацию раздельного сбора, сортировки отходов для дальнейшей передачи на перерабатывающие заводы. На территории предприятия должны быть установлены контейнеры для сбора различных видов отхода пластика. Персонал должен быть обучен приемам визуального распознавания полимерных отходов разных видов, выявления потенциальных загрязнителей и примесей отходов и определения показателей, с помощью которых можно различать загрязнители. Данная процедура должна быть документирована в рамках общей системы обращения с отходами на предприятии. Если на пла-

стике не указан идентификационный код и вид пластика неизвестен, то для распознавания основных видов материалов могут быть применены несложные тесты.

По средним рыночным ценам на отходы полимерных материалов, и исходя из приблизительного состава и количества образования полимерных отходов на предприятии автомобильной отрасли, можно оценить доходы от продажи полимерных материалов, полученных в результате раздельного сбора и сортировки и без их переработки (табл. 1).

Таблица 1

Вид отхода	Цена за 1 кг, руб.	Состав, %	Масса, т/год	Доход, руб./год
Полипропилен	18	40	66,00	1 188 000
Полиамид	15	25	41,25	618 750
Поливинилхлорид	15	20	33,00	495 000
Полиэтилен высокой плотности	15	15	24,75	371 250
Всего:		100	165,00	2 673 000

Система обращения с отходами пластика рекомендуется к незамедлительному внедрению, так как не требует значительных затрат и обеспечивает сбережения за счет сокращения размещаемых отходов на полигоне и доходы от продажи сортированного пластика, что соответствует целям экологической политики предприятия. Чем тщательнее сортируются отходы, тем выше выручка предприятия при их реализации. Кроме снижения платы за размещение отходов на полигоне, получения доходов от продажи сортированного пластика, предприятие также улучшит свой «зеленый имидж».

В качестве другого возможного, но более затратного мероприятия по реализации принципа нулевого загрязнения при разработке системы обращения с отходами автомобильной отрасли, рассматривается возможность термического обезвреживания отходов с очисткой и утилизацией теплоты дымовых газов. Установлено, что решающим фактором при выборе способа обезвреживания являются морфологический состав и калорийность отходов.

К сожалению, в настоящее время не существует идеального решения, которое позволило бы экономически эффективно и в максимальном объеме утилизировать ТБО без образования вторичного загрязнения - производственных отходов, выбросов вредных веществ в атмосферу и сбросов сточных вод. Все имеющиеся в настоящее время технологии обладают определенными преимуществами и недостатками, так что при выборе подходящего способа утилизации ТБО следует максимально учитывать все существенные параметры [4].

Для рассматриваемого предприятия были установлены следующие показатели: количество отходов для термического обезвреживания – 1453,9 т/год, средняя калорийность отходов – 3264 ккал/кг. Для термического обезвреживания был предложен комплекс, содержащий барабанную печь и многоступенчатую технологию очистки газовых выбросов, включающую камеру дожигания, полусухой скруббер, циклонный пылеуловитель, производительностью 300 кг/час. Показатели рентабельности проекта подтверждают его экономическую эффективность и привлекательность для инвестора (табл. 2).

Таблица 2

Показатели экономической эффективности комплекса термического обезвреживания отходов автомобильной отрасли

№ п/п	Наименование показателя	Обозначение	Ед. изм.	Величина
1	Инвестиции	Ю	тыс. руб.	41 975,0
2	Чистая годовая экономия	В	тыс. руб.	64 080,7
3	Динамический период окупаемости	T дин.ок.	год	2,1
4	Чистый дисконтированный доход	NPV	тыс. руб.	177 995,3
5	Индекс доходности	PI		4,2

Экономия достигается за счет сокращения платы за размещение отходов на полигоне на 1 453 т/год, а также затрат на транспортировку размещаемых отходов. Выработка тепловой энер-

гии в комплексе позволит снизить расход природного газа на 812,16 тыс. м³/год, что, в свою очередь, обеспечит снижение затрат на электроэнергию и сокращение выбросов CO₂.

Комплексный подход к системе обращения с отходами позволит поэтапно реализовать принцип нулевого загрязнения на предприятии.

Список литературы:

1. Зеленая программа компании [Электронный ресурс] // URL: <http://www.nissan-global.com> (дата обращения: 23.05.2013).

2. Green vehicle disposal 2013 [Электронный ресурс] // URL: <http://www.greenvehicledisposal.com/environment/recyclable-materials/> (дата обращения: 14.05.2013).

3. Delgado, Clara, Barrietabena, Leire & Salas, Oscar 2007. Assessment of the environmental advantages and drawbacks of existing and emerging polymers recovery processes [Электронный ресурс] // URL: <http://ftp.jrc.es/EURdoc/eur22939en.pdf> (дата обращения: 19.05.2013).

4. Малышевский А.Ф. Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых бытовых отходов жилого фонда в городах России [Электронный ресурс] // URL: http://rpn.gov.ru/sites/all/files/users/rpnglavred/filebrowser/docs/doklad_po_tbo.pdf (дата обращения: 03.06.2013).

УДК 664.8.037.52

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Д.А. Кравченко

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

good_charlottka-@mail.ru

В настоящее время пищевая безопасность является одним из важных направлений реализации Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации на период до 2020 г. При этом сохранность показателей качества продовольствия должна рассматриваться во всей продуктовой цепочке, от выращивания сельскохозяйственного сырья, до получения и потребления конечного продукта. Особый интерес представляют технологии хранения пищевой продукции, т. к. при хранении изменяются её физические и химические свойства, что может привести к ухудшению потребительского качества и порче продукции, образованию отходов и загрязнения окружающей среды, сопровождающимся экономическими потерями.

Целью настоящей работы является анализ технологий низкотемпературного хранения продуктов растительного происхождения, с точки зрения их способности сохранить качество товара, избежать количественных потерь конечного продукта, энергетически ресурсов и загрязнения окружающей среды при минимальных затратах.

На сегодняшний день самым эффективным способом увеличения сроков хранения продукции является замораживание. Существуют три способа замораживания пищевых продуктов: замораживание в жидких теплоносителях; замораживание в криогенных жидкостях (жидком воздухе или азоте), и замораживание в воздушной среде.

Вследствие простоты и доступности воздуха в качестве теплоносителя, более широкое распространение получил способ замораживания в воздушной среде. Скорость движения и уровень давления воздуха легко регулируются. Для холодильной обработки воздухом используется широкий интервал температур. Замораживание осуществляется в морозильных камерах или туннелях. Охлажденный воздух в диапазоне температур от минус 30°C до минус 40 °C подается на обдув замораживаемых продуктов со скоростью 1-2 м/с.

Недостатками замораживания в воздушной среде являются высокая влагопоглощательная способность, чем объясняются потери массы продукта за счет испарения (усушка) и относительно низкая способность поглощать теплоту.

Среди аппаратов воздушного охлаждения минимальную усушку и самую высокую скорость замораживания обеспечивают флюидизационные аппараты. Они позволяют так же сохранить высокое качество продуктов. Эти аппараты предназначены для замораживания сырья с небольшими геометрическими размерами. Плодоовощная продукция в них замораживается в течение 2-20 мин, не деформируется, не слипается. Потери влаги снижаются за счет испарения. Продукция легко фасуется и сохраняет рассыпчатую структуру.

В настоящее время наибольшее распространение получил способ шоковой заморозки. Его преимущества заключаются в уменьшении потерь продукта в 2-3 раза; сокращении времени заморозки в 3-10 раз, производственных площадей в 1,5-2 раза, производственного персонала на 25-30% и срока окупаемости на 15-20%.

Высокая скорость охлаждения позволяет ускорить фазовых переход. Поскольку замораживание происходит быстрее, образующиеся кристаллы льда имеют гораздо меньшие размеры и не повреждают клетки продукта, что позволяет сохранить структуру тканей свежего продукта.

Быстрое замораживание - способ, сохраняющий биохимию продукта и его экологическую чистоту, так как при быстром замораживании нет термической и химической обработки (кроме бланширования и обработки аскорбиновой кислотой, использующихся по технологии для некоторых видов овощей и фруктов). Как следствие типы белков остаются неизменными.

При шоковой заморозке ряд типов бактерий развиваться не успевают.

При замораживании, в зависимости от температуры в камере и от замораживаемого продукта, потери массы этого продукта (в результате испарения жидкости) составляют как правило 5 - 10%. Шоковая заморозка сокращает потери массы продукта до 0,8%. Это дает значительный экономический эффект, однако при использовании аппаратов данного типа, возможны потери хладагента в окружающую среду.

Высыхание продукта предотвращается, питательные и ароматические вещества не успевают выйти из продукта. Это сохраняет вкусовые качества и пищевую ценность. Шоковая заморозка сохраняет качества свежего продукта лучше других способов заготовки и хранения.

Быстрозамороженные продукты хороши тем, что они почти полностью свободны от несъедобных включений. Продукт практически не отличается от свежего, сохраняет все натуральные свойства, расфасован, дозирован, кондиционен. Это удобно для торговли и для общественного питания. Продукт готов к употреблению и не требует особого внимания при хранении, требует минимального времени и труда для его приготовления.

Технологии шоковой заморозки позволяют окупить разумные затраты на скороморозильное оборудование в достаточно короткие сроки.

В технологиях низкотемпературной обработки и хранения продуктов применяется множество различных морозильных аппаратов. Сравнительный анализ аппаратов, получивших наибольшее распространение, приведен в табл. 1.

Сравнительный анализ технологий низкотемпературного хранения продуктов растительного происхождения

Наименование оборудования	Температурный диапазон, °С	Тепловые потери, %	Цикл замораживания, мин	Упаковка	Хладагент	Удельное энергопотребление, кВт/т	Удельное холодопотребление, кВт/т
Иммерсионные морозильные аппараты	-20	5 – 7	Нет данных	Полимерная пленка	Водные растворы хлористого кальция, пропиленгликоля	Нет данных	Нет данных
Туннельные иммерсионные морозильные аппараты для замораживания в жидком азоте	-70 -50...-190	Нет данных	3 – 20	Вакуумная упаковка или без упаковки	Азот	Нет данных	Нет данных
Флюидизационных туннелях	-30...-40	25 – 30	Нет данных	Без упаковки	Воздух	Нет данных	Нет данных
Скороморозильный флюидизационный аппарат АСМФ	-26...-32	Нет данных	8-20	В зависимости от продукции	R22 R404A	15	142,67
Аппараты скороморозильные спиральные АСМ	-30	Нет данных	24-70	В зависимости от продукции	R22	Нет данных	100
Скороморозильный туннельный аппарат АСМТ	-40	Нет данных	360	В зависимости от продукции	R22	29,33	24,42

На основании проведенного сравнительного анализа можно сделать вывод о том, что данная тема является достаточно изученной с точки зрения традиционных показателей качества продукции и технологий замораживания. Однако для оценки экологической безопасности низкотемпературных технологий хранения продуктов растительного происхождения и повышения их энергетической и ресурсной эффективности требуется применение новых комплексных показателей, учитывающих экологическое воздействие технологий в жизненном цикле продукции.

Важным фактором экологической безопасности является оценка экологического воздействия используемых хладагентов при шоковой заморозке. Этот тип заморозки является лучшим на сегодняшний день по показателям качества продукции и по производительности, соответственно и наиболее экономически выгоден, но с экологической точки зрения именно этот тип заморозки выглядит хуже всего из-за неизбежных потерь хладагента.

Технологии низкотемпературного хранения зачастую рассматриваются только с технической точки зрения и влияния на показатели качества, и, в такой постановке, пожалуй, на сегодняшний день, неразрешенных вопросов не осталось. Тем не менее, вопросы рационального природопользования диктуют новые «вызовы», что приводит к необходимости выявления экологических проблем, вызванных применением низкотемпературных технологий в пищевой промышленности, и поиска их решения.

Список литературы:

1. Головкин Н.А. Холодильная технология пищевых продуктов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 2004.
2. Лебедев В.Ф., Чумак И.Г. и др. Холодильная техника. М.: Агропромиздат, 1986.
3. Рогов И.А., Куцакова В.Е. и др. Консервирование пищевых продуктов холодом. М.: Колос, 2008.
4. Чижов Г.Б. Теплофизические процессы в холодильной технологии пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1979. 2. Отчёт о научно-исследовательской работе "Разработка и совершенствование технологии производства быстрозамороженных плодов, ягод, овощей и полуфабрикатов из них". Ленинград:ЛТИХП, 1985.- 145 с.
5. Пищевая, биологическая ценность и безопасность сырья и продуктов его переработки: Учебник / Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, В.В.Евлаш. К.: Фирма "ИНКОС" , 2007. 287с.

УДК 338.502.3

ДОРОЖНАЯ КАРТА ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ПРОДУКТОВОЙ ЦЕПОЧКЕ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ СЕКТОРЕ

О.И. Сергиенко

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

oisergienko@yandex.ru

Проблема повышения экологической безопасности путем обеспечения экологической (ресурсной и энергетической) эффективности в продуктовой цепочке заложена в ряде международных соглашений и отражена в ряде правовых актов и официальных документов, принятых в нашей стране. В их числе «Основы государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 г.», «Стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 г.», «Комплексная программа развития биотехнологий в РФ на период до 2020 г.», «Доктрина продовольственной безопасности РФ» (2010 г.), Проект «Основы государственной экологической политики РФ до 2030 года», «Энергетическая стратегия развития РФ на период до 2030 года», «Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 года» и др.

Приоритетами долгосрочного периода развития агропромышленного сектора являются: развитие импортозамещающих отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности; переход к ресурсосберегающим технологиям, обеспечивающим безотходное производство и экологически более чистое производство с минимальным воздействием на окружающую среду и исключением загрязнения в источниках образования; получение новых видов сырья с использованием био- и нанотехнологий; производство экологически чистых продуктов питания; обеспечение экологической безопасности продовольствия на основе повышения экологической эффективности в продуктовой цепочке и насыщение российского продовольственного рынка высококачественными и экологически безопасными продуктами питания.

В результате функционирования АПК образуется около 13,5% выбросов парниковых газов, более 50% сбросов азота, фосфора и их соединений со сточными водами, приводящих к эвтрофикации водных объектов, происходит эрозия почвы.

В связи с этим для достижения общей цели устойчивого социально-экономического развития агропромышленного комплекса (АПК), наряду с обеспечением продовольственной безопасности страны, следует выделить и другую немаловажную цель экологизации АПК. Для формирования дорожной карты экологически безопасного развития АПК воспользуемся следующей «логикой вмешательства»: общая цель, цели, подцели, задачи и мероприятия (проекты) [1].

К числу подцелей повышения экологической эффективности в продуктовой цепочке АПК на основе анализа, приведенного в [2], следует отнести :

1. Повышение экологической эффективности АПК на основе внедрения НДТ;
2. Развитие инфраструктуры использования и обезвреживания промышленных и бытовых отходов;
3. Разработка и вывод на рынок новых ресурсосберегающих и экологически эффективных технологий в АПК, включая альтернативные энергетические установки;
4. Внедрение биотехнологий для защиты и восстановления качества окружающей среды;
5. Повышение экологической ответственности производителей и экологической осведомленности потребителей;
6. Повышение энергоэффективности АПК.

В рамках данных подцелей можно выделить следующие задачи, на решение которых были направлены исследования, проводимые в последние годы кафедрой промышленной экологии ИХ и БТ НИУ ИТМО (табл. 1).

Дорожная карта повышения экологической безопасности АПК

Цель, подцель	Содержание
<i>Общая цель</i>	Устойчивое социально-экономическое развитие АПК
<i>Цель</i>	Повышение экологической эффективности в продуктовой цепочке АПК
<i>Подцели:</i>	
<i>Подцель 1.</i> Повышение экологической эффективности АПК на основе внедрения НДТ	1.1. Разработка российских справочных документов в области НДТ в АПК
	1.2. Оценка экологических аспектов, экологического воздействия технологий, продукции и услуг в АПК на основе ОЖЦ и анализа ресурсной эффективности
	1.3. Разработка методики составления комплексных экологических разрешений
<i>Подцель 2.</i> Развитие инфраструктуры использования и обезвреживания промышленных и бытовых отходов	2.1 Проведение экологической паспортизации отходов производства и потребления
	2.2 Разработка предложений по обращению с отходами
	2.3 Разработка способов термического обезвреживания отходов
	2.4 Разработка комплексных планов обращения с отходами в регионах
<i>Подцель 3.</i> Разработка и вывод на рынок новых ресурсосберегающих и экологически эффективных технологий в АПК, включая альтернативные энергетические установки	3.1 Разработка методов эколого-экономического обоснования инвестиционных проектов для модернизации производств
	3.2 Проведение маркетинговых исследований с целью поиска наилучших доступных технологий в АПК, включая альтернативные энергетические установки
<i>Подцель 4.</i> Внедрение биотехнологий для защиты и восстановления качества окружающей среды	4.1 Разработка методов биологической очистки сточных вод
	4.2 Получение энергии из биологических отходов
	4.3 Оценка экологического воздействия биотехнологий
<i>Подцель 5.</i> Повышение экологической ответственности производителей и экологической осведомленности потребителей	5.1 Развитие экологической маркировки продукции и услуг, включая органические продукты питания
	5.2 Развитие экологических деклараций продуктов питания маркировки по типу III
	5.3 Развитие экологического учета и отчетности
	5.4 Развитие экологического менеджмента и аудита на предприятиях АПК
	5.5 Развитие интегрированных систем менеджмента экологической и пищевой безопасности на предприятиях АПК
<i>Подцель 6.</i> Повышение энергоэффективности АПК	6.1. Оценка воздействия энергетического сектора на окружающую среду, энергоаудит
	6.2. Развитие альтернативной энергетики (ветровая, солнечная, термоэлектрическая и др.)
	6.3. Переход к низкоуглеродной экономике (организация замкнутых циклов ресурсов и материалов)
	6.4. Инвентаризация выбросов парниковых газов, оценка углеродного следа
	6.5. Оценка экологического воздействия технологий производства озоносберегающих веществ.

Реализация развития АПК в рамках предлагаемой дорожной карты позволит минимизировать негативное экологическое воздействие в условиях высоких темпов роста производства продовольствия и освоения территорий. Управление экологической безопасностью во всей продуктовой цепочке будет способствовать и решению основной задачи обеспечения населения нашей страны высококачественными продуктами питания при сохранении качества окружающей природной среды.

Список литературы:

1. Агаханянц П.Ф., Сергиенко О.И. Разработка проектов и управление проектным циклом на основе логической матрицы: Пособие. СПб.: Изд-во «Менделеев», 2002. 124 с.
2. Сергиенко О.И. Управление экологической безопасностью в продуктовой цепочке: Монография. СПб.: СПбГУНиПТ, 2011. 254 с.

УДК 338.439

EUROPEAN UNION – BASIC DEVELOPMENT TRENDS IN ORGANIC FARMING

L. Smutka, A. Belova

Czech University of Life Sciences in Prague, The Czech Republic

smutka@pef.czu.cz

Organic farming is a form of agriculture that relies on techniques such as crop rotation, green manure, compost and biological pest control. Organic farming uses fertilizers and pesticides but excludes or strictly limits the use of manufactured (synthetic) fertilizers, pesticides, plant growth regulators such as hormones, livestock antibiotics, food additives, genetically modified organisms human (European commission, 2013) sewage sludge, and nanomaterials (Paull, 2011). According to International Federation of Organic Agriculture Movements - "Organic agriculture is a production system that sustains the health of soils, ecosystems and people. It relies on ecological processes, biodiversity and cycles adapted to local conditions, rather than the use of inputs with adverse effects.

Organic agriculture combines tradition, innovation and science to benefit the shared environment and promote fair relationships and a good quality of life for all involved..." (Paull, 2010; IFOAM, 2008). Since 1990, the global market for organic products has been significantly growing and in 2011 its value reached almost \$60 billion. This demand has driven a similar increase in organically managed farmland which has grown over the years 2001-2011 at a compounding rate of 8.9% per annum (Paull, 2011). As of 2011, approximately 37 mil. hectares worldwide were farmed organically, representing approximately 0.9 percent of total world farmland (2009) (Willer, Kilcher, 2011). Talking about distribution of organic agricultural land by region we can see that the leader is Oceania – especially Australia. In this region we can find about 12.2 mil. hectares of organic farmland. In other regions we can find the following areas: Europe 10.6 mil. hectares, Latin America 6.9 mil. hectares, Asia 3.7 mil. hectares, North America 2.8 mil. hectares and Africa 1.1 mil. hectares. In relation to Europe it should be emphasized that the share of European Union in total European organic land area is over 93% (cc 9.5 mil. hectares) (IFOAM, 2012).

The markets for organic products are strongest in North America and Europe – especially European Union. North America participates in global organic food market by 49% and the share of Europe is about 47%. European Union's share in global organic food market is about 41%. This means that European Union represents one of the most important players on global organic food market. European Union has more than one quarter of the world's organic agricultural land and it is possible to expect that the growth of organic agricultural land areas will be much higher in the future especially because of EU's agricultural policy (Willer, Lernoud, 2013). During the last two decades the European Union changed the priorities of its Common agricultural policy (CAP) and in nowadays the CAP is focused especially on multifunctional agriculture (Svatoš, 2008). The important part of this concept is also environmental protection (Boháčková, Hrabánková, 2011). A part of this idea is also the support of organic farming development. European agriculture and especially its organic part are heavily subsidized not only by individual EU members, but also through the EU budget. The result of increasing value of payments supporting organic farming is the constantly increasing share of organic farming in total EU's agriculture and also constantly increasing share of organic farming in EU's agricultural market.

The conducted paper is analyzing basic development trends in EU's organic farming during the period 2005 – 2011. The aim of the paper is identify the basic development trends in the following areas: the organic land development, the number of organic farms and the value of organic market development. Paper is also identifying the existing differences among individual EU countries in area of organic farming development. The specific part of the paper is devoted to the relationship existing between organic farming development on one side and agricultural subsidies and GDP value development in individual EU countries.

The paper is analyzing the period since 2005 – 2011. The analysis is based on data provided by EUROSTAT, IFOAM and FAOSTAT. The analysed variables are the following: the organic land for agricultural purposes development (IFOAM), the number of organic farms development (IFOAM and EUROSTAT), the value of organic food market development (IFOAM), the value of organic products

consumption per capita (EUROSTAT, IFOAM). The paper is analyzing organic market development in the European Union. For the purpose of this paper the EU is represented by 27 following countries: Austria, Belgium, Bulgaria, the Czech Republic, Cyprus, Denmark, Estonia, France, Finland, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxemburg, Malta, the Netherlands, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden and the United Kingdom. Individual time series are analyzed through basic index, chain index, geomean, correlation analysis and elasticity analysis (Hindls et al., 2007).

The correlation analysis provides basic information about the relationship existing between government expenditures (EUROSTAT) and GDP/cap (EUROSTAT) on one side and selected above mentioned variables representing organic market development on the other hand. The elasticity of individual countries organic agriculture in relation to government expenditures and GDP/cap is analyzed through the logarithmical regression. Government expenditures in agriculture are analyzed in relation to organic market development especially because they are supposed to be one of main stimuli influencing organic farming development. The main idea is to identify if there is existing direct relation between the value of government expenditures and organic farming development. GDP/cap development is analyzed in relation to organic market characteristics especially because of organic market is very dependant on the level of economy development and also it is dependant on the income and living standards of population.

In analyzed time period the significant growth of organic farming size was recorded especially in the new EU countries (in the list of top ten countries – countries which recorded the most significant growth of organic farming – we can find seven new EU members). In general it is evident that organic farming represents a specific market niche in the European agricultural market. Its development is connected especially with the new consumption trends and also with the growth of individual countries' economy and especially with the growth of income per capita in individual countries. The growth of organic farming is stimulated especially by the demand side of economy than by government subsidies. The conducted analysis proved much higher correlation and elasticity of organic farming sector in relation to changes in economy than it is in relation to government expenditures. It is also necessary to emphasize that organic market in the EU is controlled by limited number of countries. Also the willingness of consumers to pay higher prices for organic products is limited and among individual countries we can see huge differences in per capita consumption.

Literature:

1. Boháčková, I., Hrabánková, M. Influence of subsidies on height and structures of farmers' incomes in EU member states. *Agris On-line Papers in Economics and Informatics*, 2011, 3 (3) , pp. 29 – 43.
2. European Commission. What is organic farming? [on-line], 2013. URL: http://ec.europa.eu/agriculture/organic/organic-farming/what-organic_en (Retrieved 2013-08-28).
3. IFOAM. "Definition of Organic Agriculture" [on-line], 2008. URL: http://www.ifoam.org/growing_organic/definitions/doa/index.html (Retrieved 2013-08-27).
4. IFOAM. *The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2011*. FiBL and IFOAM, 2012. ISBN 978-3-940946-84-3.
5. Hindls, R. et al. *Statistika pro ekonomii*. Professional Publishing, Praha, 2007. ISBN 978-80-86946-43-6.
6. Paull, J. "From France to the World: The International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM)", *Journal of Social Research & Policy*, 2010, 1(2):93-102.
7. Paull, J. "Nanomaterials in food and agriculture: The big issue of small matter for organic food and farming", *Proceedings of the Third Scientific Conference of ISOFAR (International Society of Organic Agriculture Research)*, 28 September - 1 October, 2011, Namyangju, Korea., 2:96-99.
8. Paull, J. "The Uptake of Organic Agriculture: A Decade of Worldwide Development", *Journal of Social and Development Sciences*, 2011, 2 (3), pp. 111 – 120.
9. Svatoš, M. Selected trends forming European agriculture, *Agric.Econ.-Czech*, 2008, 3 (54), pp. 93 – 101.
10. Willer, H., Kilcher, L. "The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends". Bonn; FiBL, Frick: IFOAM [on-line], 2011. URL: <http://www.organic-world.net/> (Retrieved: 2013-08-26).

11. Willer, H., Lernoud, J. Organic Agriculture Worldwide: Key results from the FiBL-IFOAM survey on organic agriculture worldwide [on-line], 2013. URL: <http://orgprints.org/22349/28/fibl-ifoam-2013-global-data-2011.pdf>. (Retrieved: 2013-08-15).

УДК 338.439

ОБРАЩЕНИЕ СО СТРОИТЕЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В РАМКАХ ГЕНЕРАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

П.Ф. Агаханянц¹, Т.В. Скочихина²

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – ООО «Институт Прикладной Экологии и Гигиены», Санкт-Петербург, Россия

skochihina@atr-sz.ru

Регулирование потоков строительных отходов на территории Санкт-Петербурга осуществляется в соответствии с Распоряжением Администрации Санкт-Петербурга от 15 мая 2003 г. № 1112-ра (ред. от 14.12.2006) «Об утверждении правил обращения со строительными отходами в Санкт-Петербурге» (далее - правила). Полномочиями по контролю за использованием и размещением строительных отходов на территории Санкт-Петербурга обладает Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, согласно постановления Правительства Санкт-Петербурга № 1577 от 14.12.2006г. «О внесении изменений в Правила обращения со строительными отходами на территории Санкт-Петербурга».

Правила определяют единые требования по обращению со строительными отходами в Санкт-Петербурге. Правила обязательны для исполнения всеми юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, в процессе хозяйственной деятельности которых в Санкт-Петербурге образуются строительные отходы, а также юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими деятельность по сбору, перемещению, переработке, использованию, обезвреживанию и захоронению строительных отходов.

Распоряжением узаконены правила и схема контроля над обращением со строительными отходами в Санкт-Петербурге, а также прописан приоритет использования строительных отходов над их захоронением.

Согласно правилам, все образователи строительных отходов независимо от формы собственности и ведомственной принадлежности обязаны иметь регламент. Мероприятия по сбору, накоплению, временному хранению, перемещению (транспортированию), переработке, использованию, обезвреживанию, захоронению строительных отходов, включаемые в регламент, должны отражать полную и достоверную информацию, отвечать действующим санитарным и экологическим требованиям, а также принципам наиболее полного использования вторичного сырья (отходов).

Основной объем образующихся твердых строительных отходов (кирпич, бетон, железобетон и дерево) возможно использовать в качестве сырья для получения строительных материалов различного назначения. Система технических и организационных мероприятий по повторному использованию изделий, оборудования и материалов (именуемых далее "материалы и изделия"), получаемых от разборки строительных конструкций и демонтажа инженерного оборудования жилых и коммунальных зданий при их капитальном ремонте, реконструкции и сносе установлена в инструкции, утвержденной Приказом Госстроя СССР от 26.12.1983 N 414 "ВСН 39-83(р). Инструкция по повторному использованию изделий, оборудования и материалов в жилищно-коммунальном хозяйстве".

Перечень основных отходов, образующихся при проведении строительных работ представлен в табл. 1.

Согласно п.1.3. правил, строительные отходы должны направляться на переработку, использование или обезвреживание при условии наличия в Санкт-Петербурге соответствующих перерабатывающих предприятий; территорий, отсыпка или рекультивация которых указанными отходами разрешена в соответствии с проектом. Строительные отходы, переработка, использование или обезвреживание которых по причине отсутствия в Санкт-Петербурге соответствующих предприятий и территорий временно невозможны, должны захораниваться на полигонах твердых отходов, имеющих лимиты размещения отходов.

В настоящее время в городе имеется порядка 10 фирм, которые имеют дробильные установки (далее - ДУ), но лишь 5 из них имеют допуск на прием строительных отходов на использование от КПОС (ООО «ДСК 1», ООО «ЛегионСтройЭкология», ООО «Леноблтранс», ООО «Размах Управление 1», ООО «Спецмонтажстрой»). Все фирмы, в основном, работают на собственные нужды с применением мобильных ДУ на площадках проведения строительных работ, и только у 3 есть специально оборудованные площадки со стационарным дробильно-сортировочными комплексами для переработки твердых строительных отходов (согласно прилагаемому к допуску перечню). В результате измельчения кирпичных, бетонных и железобетонных отходов получается щебень различных фракций, который затем применяется для вспомогательных строительных работ, используется при благоустройстве территорий либо в производстве строительных материалов. Однако при дроблении образуется огромное количество пыли. Пыль представлена силикатами, алюмосиликатами и гидросиликатами кальция и магния.

Расчетные и аналитические исследования выбросов загрязняющих веществ при дроблении, проведенные ООО «ДСК №1» показали, что концентрация пыли на расстоянии до 200-220 м от источника выброса превышает ПДК. В связи с чем, минимально возможный размер СЗЗ от таких источников выброса загрязняющих веществ в атмосферу составляет 300м (при отсутствии систем пылеподавления).

Таблица 1

Основные виды строительных отходов, образованные предприятиями строительной отрасли по Санкт-Петербургу в 2011гг

№	ФККО	Наименование отхода
1	3140110008995	Грунт, образовавшийся при проведении землеройных работ, не загрязненный опасными веществами
2	3140350201004	отходы асфальтобетона и/или асфальтобетонной смеси в кусковой форме
3	3140270201995	бой железобетонных изделий, отходы железобетона в кусковой форме
4	3140270101995	бой бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме
5	3140070201995	отходы керамики в кусковой форме
6	1730010101005	отходы сучьев, ветвей от лесоразработок
7	3140160301004	отходы базальтового супертонкого волокна
8	3140120201014	отходы асбоцемента в кусковой форме
9	9120060101004	мусор строительный от разборки зданий
10	9120060001000	Мусор строительный
11	1730010201005	отходы корчевания пней
12	1712050001004	Отходы древесных строительных лесоматериалов, в том числе от сноса и разборки строений
13	3513010001995	Лом черных металлов несортированный
14	1872040101014	отходы рубероида
15	3140270311004	пыль бетонная
16	1711050213005	деревянная упаковка (невозвратная тара) из натуральной древесины
17	3140000000000	Прочие твердые минеральные отходы
18	3140160001000	Отходы минерального волокна
19	3512160101995	остатки и огарки стальных сварочных электродов
20	5490120001004	Отходы битума, асфальта в твердой форме

Это является существенным при выборе площадки для размещения ДУ, а также ограничивает возможность применения установок в условиях плотной жилой застройки. Еще один существенный фактор – уровень шумового воздействия, создаваемый при работе ДУ.

Однако данные факторы практически не учитываются при проведении работ компаниями, применяющими мобильные ДУ. Также в проектной документации сведения о применении ДУ редко включаются, предположительно в связи с тем, что на данном этапе еще нет сведений о полной цепочке подрядчиков и, соответственно, их проектов производства работ, которые формируются перед выполнением работ как рабочая документация.

ООО «ДСК №1» с 2011года производит универсальный биологический грунт, получаемый из котлованных грунтов (необходимо соблюдение определенных требований, обоснованных лабо-

раторными исследованиями) и органического удобрения, разрабатываемого холдингом ОАО «Технопарк Военного инженерно-технологического университета» совместно с ООО «Биозём».

Перечень и объемы строительных отходов, переработанных с применением ДУ, в 2008-2012гг.(по данным КПООС) представлены в таблице 2.

Таблица 2

Перечень и объемы переработанных строительных отходов

Код по ФККО	Наименование отхода	Переработано отходов в год, м3				
		2012	2011	2010	2009	2008
Древесные отходы						
1730010 101005	Отходы сучьев, ветвей от лесоразработок	+	+	-	-	-
171105 0313005	Изделия из натуральной древесины, потерявшие свои потребительские свойства	+	+	-	-	-
173000 0000000	Отходы древесины от вырубок	+	+	+	-	-
173001 0201005	Отходы корчевания пней	+	+	-	-	-
171901 0001000	Разнородные древесные отходы	+	-	-	-	-
1712050 001004	Отходы древесных строительных лесоматериалов, в том числе сноса и разборки строений	+	+	+	-	-
1712200 001014	Древесные отходы с пропиткой и покрытиями несортированные	-	+	-	-	-
	Итого древесных отходов	33900,986	85150,71	28246,48	-	-
Отходы кирпича						
3140140 001000	Отходы кирпича (включая шамотный кирпич)	+	+	-	-	-
314014 0401995	Бой строительного кирпича	+	+	+	+	+
3140140 301995	Бой кирпичной кладки при ремонте зданий и сооружений	+	+	+	+	+
	Итого отходов кирпича	86219,42	144811,246	7576,05	18736,08	97542,561
Отходы бетона, железобетона						
3140270 001000	Отходы бетона, железобетона	+	+	-	+	+
3140270 201995	Бой железобетонных изделий, отходы железобетона в кусковой форме	+	+	+	+	+
314027 0101995	Бой бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме, класс 5	+	+	+	+	+
	Итого отходов бетона	110 914,57	167 713,211	27 127,1	9 661,668	102 360,2
Отходы асфальтобетона						
314035 0201004	Отходы асфальтобетона и/или асфальтобетонной смеси в кусковой форме	+	+	+	-	-
	Итого отходов асфальтобетона	44248,5	9849,59	2039,4	-	-

Часть строительных отходов и практически весь объем вынимаемого при строительных работах грунта используется для засыпки и выравнивания рельефа на объектах использования отходов, включенных в реестр объектов использования строительных отходов КПООС (38 площадок).

Практически все объекты использования строительных отходов, включая грунт, расположены в Ленинградской области. Также в Ленинградской области расположены все полигоны ТБО, на которые направляются не переработанные и не подлежащие использованию на объектах использования строительные отходы, образующиеся в Санкт-Петербурге.

Анализ динамики образования строительных отходов показал ежегодный рост объемов образования. Рост объемов переработки отходов сопровождался значительным снижением размещения отходов.

УДК 338:502.3

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА С ПОЛУЧЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ И ЭНЕРГИИ

О.И. Сергиенко¹, А.П. Елистратова¹, И.А. Елистратова²

1 – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

2 – Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород, Россия

oisergienko@yandex.ru

В статье обоснована экологическая необходимость и экономическая эффективность финансирования переработки отходов животноводства на предприятиях Новгородской области. Существующие способы естественного компостирования, используемые на крупных предприятиях, создают социальную и экологическую напряженность в жилой зоне, прилегающей к предприятиям: ощущается сильный запах, существует вероятность неполного обеззараживания отхода.

Для Новгородской области внедрение перерабатывающих комплексов очень актуально в связи с большими инвестициями и реальными результатами роста продукции животноводства. Животноводство в области занимает приоритетное место в сельском хозяйстве. За период реализации областной целевой программы «Развитие агропромышленного комплекса Новгородской области на 2008-2012 годы» производство продукции животноводства увеличилось в 2,3 раза в сопоставимых ценах. На долю продукции животноводства в общем объеме продукции сельского хозяйства области в настоящее время приходится 59,1 %. При этом, в целевой программе развития отсутствует статья финансирования расходов на внедрение переработки отходов, хотя бюджет программы значительный – 14 млрд. рублей.

В ходе исследования выявлено, что в развитых странах активно применяются биогазовые установки, например, в Бельгии биоэнергетика составляет 18%, но в Европе биогазовые установки используются на небольших фермах. В России имеется также небольшой опыт работы крупного биогазового комплекса, например, в Калужской области [6].

Для внедрения подобных комплексов необходимо выполнить инвестиционный анализ по следующему алгоритму, примененному на крупнейшем в области предприятии - ООО «Новгородский бекон» [2].

На первом этапе выполнен расчет количества образующихся отходов в соответствии с НТП 17-99 «Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета» [4]. Среднесуточное количество экскрементов от одного животного разных половозрастных групп для свинокомплекса колеблется от 0,4 до 15 кг/сут., для комплекса с содержанием крупного рогатого скота от 7,5 до 55 кг /сут. С учетом поголовья животных максимальное количество образующегося влажного навоза в сутки составляет примерно 522 тонны. Следовательно, установка по полной переработке навоза должна иметь мощность не меньше расчетной.

На втором этапе проведена оценка существующих технологий утилизации навоза на основе принципов наилучших доступных технологий [3]. Существующие в настоящее время способы включают естественное обеззараживание в лагунах с вывозом на поля, компостирование и вермикомпостирование, биотермическое обеззараживание, ускоренную ферментацию и другие. Поставленной задаче наиболее полно соответствует способ анаэробного сбраживания навоза с получением электрической и тепловой энергии и комплексных минеральных удобрений [5]. При оценке рынка предложений по изготовлению биогазовых установок были найдены более десяти предложений – в городах Москва, Нижний Новгород, Омск, Уфа, Ростов-на-Дону. Наиболее приемлемым и подходящим по мощности для предприятия ООО «Новгородский бекон» оказался проект биогазовой станции, предлагаемой корпорацией «ГазЭнергоСтрой» и компанией «Биопоток» [6].

На третьем этапе произведена оценка получаемых продуктов – энергии и удобрений с учетом производственной мощности предприятия.

Таблица 1

Показатели выхода биогазовой станции для ООО «Новгородский бекон»

Тип сырья	КРС, молочное стадо	Свиньи
Поголовье, ед.	1325	79259
Средний выход органических отходов с одной головы, кг/сут.	35	6
Влажность органических отходов, %	88	88
Выход органических отходов т/сут.	46	476
Выход биогаза м3/сут.	1647	23040
Содержание метана, %	55	58
Выход жидких органических удобрений т/сут.	44	460
Производимая электрическая мощность, МВт	0,17	2,3
Производимая тепловая мощность, МВт	0,20	2,8

На четвертом этапе был выполнен расчет инвестиционных показателей: внутренняя норма рентабельности проекта составляет 30%, чистая приведенная стоимость положительна при ставке дисконтирования – 20%, срок окупаемости оценивается в 5 лет. Чистая прибыль складывается из прибыли от продажи удобрений и сэкономленной энергии.

Таблица 2

Экономические показатели проекта

Показатели	Величина показателя
Ежегодная чистая прибыль, млн.руб.	92,29
инвестиций, млн.руб.	307,600
Ставка дисконтирования	20,00%
Экономический срок службы, лет	25
NPV, млн. руб	149,01
IRR, %	30
Простой период окупаемости, лет	3,3
Дисконтированный срок окупаемости, лет	7

На пятом этапе оценены основные риски, которые могут повлиять на результаты реализации подобного бизнес-плана:

Инвестиционные риски. Риск оценивается как значительный ввиду недостаточного опыта внедрения станций для животноводческих мегаполисов. Риск можно снизить, используя аналогичный опыт Калужской области.

Ценовой риск. Риск оценивается как незначительный ввиду постоянного спроса на энергию. Спрос на органические удобрения должен формироваться и отслеживаться предприятием.

Технический риск. Риск можно оценивается как значительный из-за взрывоопасности метана. Эксплуатация станции должна проводиться в соответствии с современными стандартами, с использованием эффективных систем контроля в целях сведения технических рисков к минимуму.

Юридический риск. Риск оценивается как незначительный связи с большим опытом преобразований юридического лица и акционирования предприятий группы «Адепт».

Политический риск. Риск оценивается как значительный. Предприятиям необходимо выходить с инициативой в правительство всех уровней о включении подобных расходов в целевые программы развития АПК.

На пятом этапе с учетом выявленных финансовых рисков предложены потенциальные инвесторы подобных проектов

Таблица 3

Источники финансирования проекта

Источники финансирования инвестиционного проекта	Размер инвестиций, млн. рублей
собственные средства	107,600
средства федерального бюджета	100,000
средства областного бюджета	100,000
Всего	307,600

Таким образом, современные технологии позволяют использовать отходы навоза в качестве ценных источников элементов питания растений и энергии.

Список литературы:

1. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. Екатеринбург: Полиграфист, 2007. 503 с.
2. Методические рекомендации по осуществлению эколого-экономической оценки эффективности проектов намечаемой хозяйственной деятельности [электронный ресурс]. – URL: <http://www.zinsin.ru/meta3.htm> (Дата обращения: 20.02.2013).
3. Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы/ Е.Б.Королева, О.Н. Жигилей, А.М. Кряжев, О.И. Сергиенко, Т.В. Сокорнова. СПб, 2011. 123 с.
4. НТП 17-99 «Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета»
5. ОАО «Башгипроагропром» [Электронный ресурс]: <http://www.appri.ru> (Дата обращения: 10.01.2013)
6. ООО «Биогазэнергострой» URL: <http://bioges.ru> (Дата обращения: 20.12.2012).

УДК 334.021

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ НА ОСНОВЕ РАЗВИТИЯ КОРПОРАТИВНОЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

А.С. Васильева

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

nastya.vasilyeva@gmail.com

Расширение социально-экологической ответственности бизнеса является общепризнанной мировой тенденцией. Большинство компаний воспринимают корпоративную социально-экологическую ответственность (КСЭО) в качестве инструмента для снижения нефинансовых рисков, повышения конкурентоспособности, улучшения взаимоотношений с правительством и обществом. Одним из приоритетных направлений КСЭО является повышение энергоэффективности и энергосбережения компании.

В статье рассматривается вопрос формирования энергетического менеджмента на примере компании по производству безалкогольных напитков (в дальнейшем – Компания) на основе развития социально-экологической ответственности, а также представлены результаты исследования повышения энергоэффективности компании с использованием метода обратного прогнозирования.

Принципы «зеленой» экономики, разработанные в рамках концепции устойчивого развития уже более 20 лет назад, как отмечалось на конференции «Рио+20», несмотря на многочисленные сбои и кризисы, продолжают развиваться и продвигаться в различных странах мира, в частности в результате обострения энергетической проблематики, вызванного нехваткой ископаемых энерго-ресурсов и глобальными климатическими изменениями [1]. Большинство корпораций, нацеленных на долгосрочное устойчивое развитие, берут курс на снижение экологических рисков загрязнения окружающей среды, чтобы гарантировать экологическую безопасность и социальную справедливость населения планеты. В условиях формирования «зеленой» экономики, как нового экономического курса нашей страны, энергоэффективность и энергосбережение в настоящее время входят в число важнейших стратегических направлений приоритетного технологического развития многих корпораций. Для перехода на «низкоуглеродный» сценарий развития предприятия осуществляют расстановку приоритетов и целей с учетом концепции устойчивого развития, рассматривая индекс энергопотребления, как один из ключевых бизнес показателей.

Так в рамках соблюдения принципов устойчивого развития компания по производству безалкогольных напитков на протяжении всей технологической цепочки стремится, как удовлетворять текущие, так и учитывать будущие потребности своего производства, ориентируясь не только на финансовые показатели, но и на социальную и экологическую стабильность в регионах присутствия.

Принимая во внимание специфику производственной деятельности предприятий, Компания продолжает фокусироваться на следующих приоритетных для нее целях:

- рациональное водопользование, охрана водных ресурсов и защита водного источника;
- эффективное использование энергоресурсов и сохранение климата;
- снижение веса упаковки продукции, минимизация количества отходов и увеличение процента отходов, переданных на переработку.

В рамках данных направлений осуществляются масштабные кратко- и долгосрочные проекты, результатом которых становится не только улучшение качества окружающей среды, но и улучшение качества жизни местного населения, а также повышение эффективности бизнеса в целом [2].

Для формирования системы управления энергоресурсами Компания воспользовалась методом обратного прогнозирования, который позволил построить сценарий развития в обратном по-

рядке. Видение будущего, которое формируется в начале исследования, в процессе самого исследования дополняется выстраиванием цепочки связанных во времени событий, реализация которых приведет к заданному видению будущего. Для обратного прогнозирования с учетом мнений стейкхолдеров характерен учет не только мнений экспертов, но и широкого круга заинтересованных лиц при формулировании образа будущего и разработке стратегии его достижения [3, 4].

Руководство Компании и привлеченные заинтересованные стороны выявили основные проблемы в области энергоэффективности, сформулировали текущие тенденции, желаемый образ энергоэффективной компании в будущем, а также описали будущие возможности развития энергоэффективной компании.

Первым этапом формирования энергоменеджмента стал детальный анализ проблем, с которыми сталкивается Компания на пути к энергоэффективности. При проведении анализа проблем была использована методика PEST-анализа (PEST – аббревиатура от англ. - policy – политика, economy – экономика, society – общество, technology – технология). PEST-анализ помогает отобрать факторы, оказывающие влияние на рассматриваемую проблему. Он проводится на основе выделения четырех групп факторов, посредством которых анализируются политический, экономический, социокультурный и технологический аспекты внешней среды вокруг исследуемого объекта.

PEST-анализ – это инструмент четырехкомпонентного стратегического анализа внешней среды. При этом для каждой проблемы существует свой набор ключевых факторов, который непосредственно и наиболее существенно влияет на нее. Факторы, выделенные в результате PEST-анализа, могут определить новые возможности для решения проблем. Однако в зависимости от специфики проблемы можно исследовать и другие группы факторов, например, для анализа проблем развития энергоэффективности добавим еще один фактор – экологический [5].

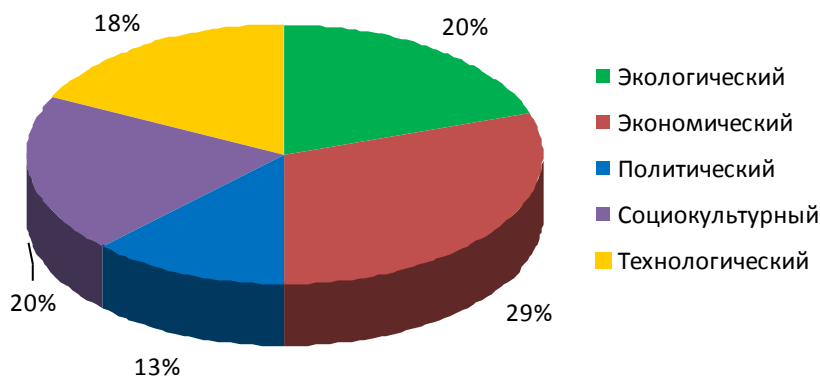


Диаграмма 1. Идентификация проблем развития энергоэффективности

Из диаграммы 1 видно, что экономический аспект является основным фактором, который препятствует развитию энергоэффективности в Компании. Респонденты отмечают, что недостаточно развитый рынок услуг в области энергосбережения и высокая стоимость энергоэффективных технологий, а, следовательно, длительный срок окупаемости приводит к низкой инвестиционной привлекательности внедрения энергосберегающих проектов.

Несмотря на шаги, которые предпринимает правительство в области энергоэффективности, представители Компании акцентируют внимание на недостатке системного подхода к данному вопросу со стороны государства. Такая позиция объясняется тем, что существующие мотивационные программы не в полной мере стимулируют организации к внедрению энергоэффективных новаций, отсутствует информационная база успешных энергосберегающих проектов, недостаточно эффективно налажен процесс энергетического мониторинга, а также контроля со стороны государства за реализацией разработанных энергосберегающих программ.

К числу основных проблем, влияющих на состояние окружающей среды и расход энергоресурсов, респонденты отнесли географические особенности страны. Суровый климат и большая протяженность коммуникаций стали причиной высокой энергоемкости.

Заинтересованные стороны, принимавшие участие в PEST-анализе, особое место выделили социокультурному фактору. Экологическая культура и экологически дружественное поведение внутри корпорации является фундаментом для формирования энергоменеджмента. Сотрудники Компании придерживаются следующего принципа, что каждый должен внести свой вклад в сбережение энергетических ресурсов, выполняя свои должностные обязанности. Тем не менее, респонденты отмечают, что необходимо постоянно проводить работу над повышением осведомленности специалистов о современном энергоэффективном оборудовании и технологиях, а также над совершенствованием профессиональных навыков в области энергосбережения.

Технологический фактор охватывает такие проблемы, как недостаточное вовлечение научных деятелей и специалистов в разработку и реализацию энергоэффективных программ на предприятиях, а разработанные программы по энергосбережению внешними специалистами в рамках энергоаудита в основном носят общий характер без учета специфики деятельности предприятий. Также развитию энергоэффективности препятствует отсутствие перечня или базы наилучших доступных технологий, реализация которых будет гарантировать сбережение энергоресурсов.

Участникам опроса было предложено сформулировать, что, по их мнению, стимулирует предприятия развивать политику в области энергоэффективности. Результаты опроса показывают, что преимущественно экономический фактор дает мощный импульс для динамичного развития энергоэффективности на предприятиях. Бизнес заинтересован в сокращении затрат на себестоимость продукции, в снижении издержек производства, в получении налоговых льгот или субсидий при техническом перевооружении предприятия. Другими словами, руководители Компании ожидают развитие рыночного механизма, выгодных энергосберегающих программ при поддержке государства.

Следует отметить, что во время интервьюирования представители Компании подчеркивали, что корпоративная ответственность связывает защиту окружающей среды с необходимостью экономии энергетических ресурсов. А использование метода обратного прогнозирования позволило руководству Компании не только сформулировать основные тенденции в области энергетики, выявить основные проблемы и возможности для улучшения энергоменеджмента Компании, но и учесть мнения всех заинтересованных сторон при формировании стратегии и программ по развитию энергоэффективности для достижения поставленных целей и задач.

Список литературы

1. Подводя итоги конференции «Рио+20» Вестник ЕЭК, №10, июнь 2012. //Режим доступа: <http://www.unesc.org/> свободный.
2. Социальный отчет ООО «Кока-Кола ЭйчБиСи Евразия» 2012 год
3. Quist J., Vergragt P. Past and future of backcasting: The shift to stakeholder participation and a proposal for a methodological framework // *Futures*. Issue 38, 2006. P. 1027 – 1045.
4. Павлова А.С. К вопросу о применении методов прогнозирования для развития социально-экологической ответственности бизнеса// [Электронный ресурс]: Электронный научный журнал «Экономика и экологический менеджмент» / Санкт-Петербург: СПбГУНиПТ, 2012. №1. март. 2012.// Режим доступа к журн.: <http://economics.open-mechanics.com/> свободный.
5. Агаханянц П.Ф., Сергиенко О.И. Разработка проектов и управление проектным циклом на основе логической матрицы: Пособие. СПб.: Издательство. Менделеев 2002. 124 с.

УДК 504.062

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОЧИСТКЕ СВАЛОЧНОГО ФИЛЬТРАТА И СИЛЬНОЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

М.А. Стрыгин

ЗАО «Безопасные Технологии», Санкт-Петербург, Россия

strygin@zaobt.ru

Проблема экологичной утилизации твердых бытовых отходов на сегодняшний день является особенно актуальной и требует незамедлительного решения. Существуют различные способы утилизации отходов, но с учетом отсутствия системы раздельного сбора и рынка вторичного сырья, а также с учетом сравнительно невысоких капитальных и эксплуатационных затрат, полигоны будут оставаться самым распространенным методом утилизации ТБО в ближайшие 15-20 лет. Захоронение на полигонах, кроме того, остается необходимым методом утилизации для отходов, не поддающихся вторичной переработке, несгорающих отходов или сгорающих с выделением токсичных веществ.

В то же время полигоны складирования ТБО являются объектами потенциального высокого экологического риска загрязнения окружающей природной среды.

Основным фактором, определяющим негативное воздействие полигонов захоронения ТБО на окружающую среду, является свалочный фильтрат, выделяющейся из тела полигона в процессе складирования, уплотнения, разложения отходов и фильтрации атмосферных осадков сквозь свалочное тело. В силу отсутствия в России раздельного сбора отходов и реальном несоблюдении имеющихся нормативных требований по сбору опасных отходов на практике на полигонах ТБО оказывается множество опасных и чрезвычайно токсичных веществ, таких как: ртуть из градусников и люминесцентных ламп, кадмий из батареек, свинец из аккумуляторов, канцерогенные вещества из банок с остатками красок или растворителей, просроченные лекарства и т.д. Все это попадает в свалочный фильтрат, который чрезвычайно ядовит, содержит в итоге токсичные вещества, соли тяжелых металлов, канцерогены и болезнетворную микрофлору. На протяжении жизненного цикла полигона ТБО фильтрат является постоянным источником загрязнения подземных и поверхностных вод, то есть источником постоянной потенциальной опасности для здоровья населения и экологии окружающих территорий.

Для предотвращения данного воздействия при проектировании, строительстве и рекультивации полигонов отходов должны быть использованы наиболее современные, эффективные и экологичные методы обращения со свалочным фильтратом, что особенно необходимо с учетом длительных сроков эксплуатации данных объектов и проблематичности внесения технологических изменений после начала эксплуатации объектов.

Компания ООО «Осмотикс», входящая в Промышленную группу «Безопасные Технологии», специализируется на разработке технологических линий, проектировании и производстве станций очистки свалочного фильтрата и сильнозагрязненных сточных вод типа «СОС».

Станции типа «СОС» представляют собой совокупность процессов механической и реагентной обработки, электрокоагуляция, фильтрации, обратноосмотической очистки.

В основу работы станций типа «СОС» положена мембранная технология, как одна из наиболее эффективных в сфере водоочистки и водоподготовки. Данная технология позволяет достигать показателей очищенных стоков, соответствующих требованиям для использования на технологические нужды или для сброса в водоемы рыбохозяйственного водопользования при очистке таких загрязненных жидкостей, как фильтрат полигонов ТБО.

Принцип действия мембранной технологии заключается в том, что все примеси, размер которых превышает размер пор мембраны, механически не могут проникнуть через мембрану. Благодаря такой технологии, даже при значительном ухудшении параметров исходного стока, качество очищенной воды остается стабильно высоким.

Особенностью станций данного типа является применение многоступенчатой предочистки перед подачей на узел обратного осмоса, что значительно увеличивает срок службы мембранных элементов как основных в технологической цепочке.

Процесс очистки стоков на станциях типа «СОС» происходит по следующей технологической цепочке:

- Узел механической очистки исходной воды (на базе сетчатого, мешочного или дискового фильтра).
- Отделение грубых взвесей (песок, мелкие механические частицы).
- Узел реагентной обработки.
- Отделение коллоидных систем, включающую регулировку рН, дозирование коагулянта и флокулянта.
- Узел электрокоагуляции.
- Коагуляция взвешенных веществ и окисленных тяжелых металлов, а также углеводов, красителей, детергентов. Основой конструкции является реактор, в который одновременно со стоками подается гипохлорит натрия, получаемый электролизом поваренной соли.
- Узел тонкой фильтрации на фильтрах с зернистой специальной загрузкой и на картриджных фильтрах.
- Тонкая очистка на фильтрах с зернистой специальной загрузкой (кварцевый песок или антрацит), где происходит удаление скоагулированных взвешенных веществ, тяжелых металлов, углеводов и т.д., и контрольная очистка на картриджных фильтрах (для предотвращения попадания разрушительных элементов на узел обратного осмоса).
- Узел обратного осмоса, состоящий из низконапорных обратноосмотических рулонных мембранных элементов.
- Очистка воды от хлоридов, сульфатов, тяжелых металлов, содержащихся в виде солей и их ионов.
- В процессе очистки обратным осмосом вода разделяется на два потока – пермеат (очищенная вода) и концентрат (сток, насыщенный солями). Соотношение пермеата и концентрата составляет, примерно, 80/20%, соответственно. После мембран пермеат сбрасывается в водоемы рыбохозяйственного назначения (также пермеат может использоваться на технологические нужды), концентрат подлежит утилизации.

В результате достигается степень очистки стоков от вредных веществ – не менее 99,5%.

К основным преимуществам станций типа «СОС» относятся:

- Гарантированное достижение требуемого качества очищенного стока при очистке сильнозагрязненных сточных вод;
- Независимость до определенного уровня эффективности очистки от состава входящего стока;
- Небольшая занимаемая площадь;
- Вариативность размещения – контейнерное (морские), блочно-модельное, рамное;
- Возможность работы в любых климатических условиях (станции выполняются, в том числе, в арктическом исполнении).

На сегодняшний день, станции типа «СОС» установлены на нескольких полигонах и промышленных объектах, в т.ч. на полигоне ТБО в г. Адлер (очистка фильтрата), на полигоне ТБО «Саларьево» в Московской области (очистка фильтрата), на предприятии ОАО «Выксинского металлургического завода» (очистка СОЖ).

Список литературы:

1. Потапов П.А., Пупырев Е.И., Потапов А.Д. Методы локализации и обработки фильтрата полигонов захоронения твердых бытовых отходов. М.: АСВ, 2004. 168 с.
2. <http://www.osmotics.ru/ru/>

УДК 504.062

УСТАНОВКИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ – СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ОБРАЩЕНИЮ С УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИМИ ОТХОДАМИ

М.А. Стрыгин

ЗАО «Безопасные Технологии», Санкт-Петербург, Россия

strygin@zaobt.ru

Установки термической деструкции типа «УТД» представляют собой совокупность оборудования, обеспечивающего загрузку и подачу отходов и их управляемую термическую деструкцию на жидкое пиролизное (котельное) топливо, пиролизный газ, сухой углеродистый остаток. В результате проведения данного процесса также возможна рекуперация тепловой энергии. Установки оснащены приборами КИП и средствами автоматизации, позволяющими контролировать технологические параметры, а также управлять процессом автоматически или в ручном режиме с пульта управления оператора (ПУО).

На установках возможно перерабатывать следующие виды отходов:

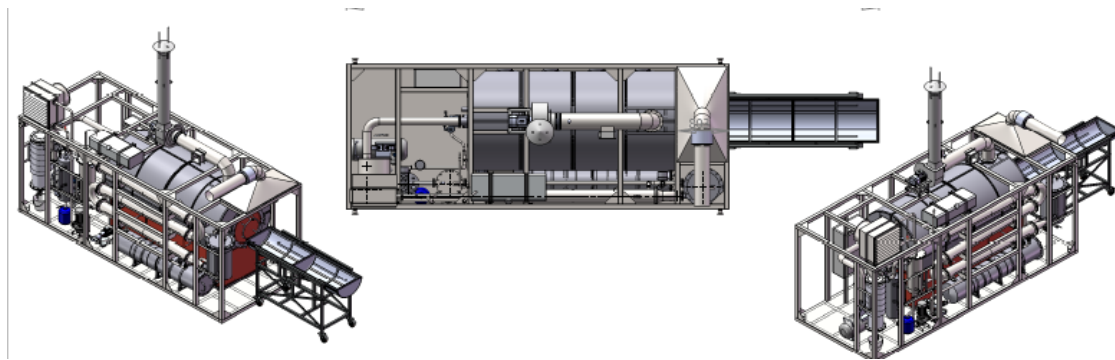
- твердые отходы резинотехнических изделий, изношенных шин и т.д.;
- отходы пластмасс, полипропиленовых мешков, пленок;
- нефтешламы;
- отработанные масла;
- буровые шламы на углеводородной основе;
- другие органические углеводородсодержащие отходы.



Типовая производительность установок составляет:

- УТД-1: Объем загрузки – 1000 кг, скорость переработки – 100 кг/час;
- УТД-2: Объем загрузки – непрерывный, скорость переработки – 500 кг/час.

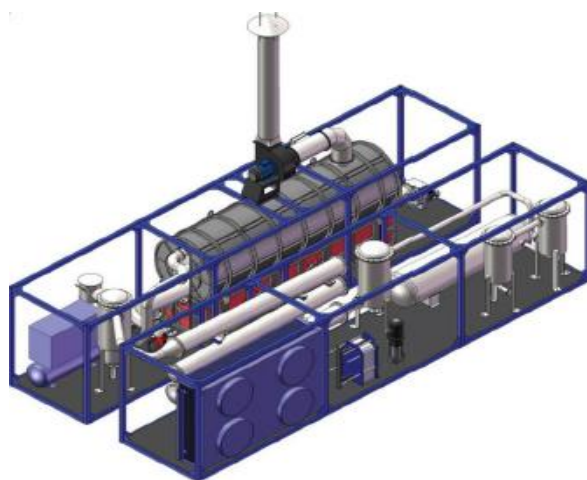
В качестве топлива используется природный газ, дизельное топливо, пиролизное топливо, пиролизный газ, попутный нефтяной газ.



Сырье загружается в пиролизную камеру через загрузочное окно, где при нагреве без доступа кислорода происходит его термическое разложение (деструкция). Нагрев до максимально рабочей температуры в пиролизной камере производится газожидкостной горелкой, установленной в топке (при первичном разогреве в качестве топлива используется пиролизное или дизельное топливо, природный газ). После стабилизации процесса горелка переводится на пиролизный газ, вырабатываемый установкой. Подъем температуры в пиролизной камере производится плавно со скоростью 2-3^oC в минуту. О начале процесса деструкции свидетельствует подъем давления в пиролизной камере и подъем температуры в теплообменнике до установленного значения. Удаление дымовых газов из топки и поддержание рабочего разрежения производится дымососом. Сброс дымовых газов в атмосферу осуществляется через дымовую трубу. Парогазовая смесь из пиролизной камеры через фильтр пиролизных газов поступает в систему конденсаторов. Для охлаждения в рубашку фильтра подается воздух вентилятором. Сконденсировавшиеся продукты сливаются в переносную емкость с низа фильтра через сливной кран. Парогазовая смесь охлаждается в теплообменнике за счет циркуляции. Циркуляция воды производится насосом через аппарат воздушного охлаждения (АВО), охлаждение воды производится АВО. Для компенсации изменения объема воды при нагреве и охлаждении на линии насоса установлен расширительный бак.

Продукты из теплообменника поступают в газожидкостный разделитель, где происходит разделение жидкой и газообразной фракций:

- Жидкая фракция. Жидкое пиролизное топливо через нижний патрубок сливается в накопительный бак;
- Газообразная фракция. Пиролизный газ поступает в гидрозатвор, где происходит его очистка от кислых компонентов. Очищенный газ подается на горелку или выбрасывается в атмосферу.
- Сухая фракция. По окончании процесса термодеструкции включается система охлаждения пиролизной камеры. После охлаждения до 30-40^oC в реакторе остается сухой остаток (4-5 класса опасности).



Технические характеристики установки термической деструкции

Показатель	Ед. имз.	УТД-1	УТД-2
Производительность	кг/час	100	500
Количество циклов загрузки в сутки	шт.	2	непрерывно
Площадь, не менее	м ²	31	70
Пиролизное / дизельное топливо	л/час	до 5	до 22
Пиролизный / Природный газ	м ³ /час	до 16	до 70
Электроэнергия	кВт/час	10	50
Персонал	чел.	2	2
Гидрокарбонат натрия	тонн/год	0,05	0,15

Объем получаемого пиролизного топлива, пиролизного газа и твердого углеродистого остатка зависит от состава подаваемых отходов:

- Пиролизное топливо – до 800 л/тонну отходов;
- Пиролизный газ – до 320 м³/тонну отходов;
- Твердый углеродистый остаток – до 350 кг/тонну.

Объем тепловой энергии, получаемой при термической деструкции, составляет порядка 0,03 / 0,15 Гкал/час в зависимости от типа установки.

Список литературы:

1. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. М.: Химия, 1990. 303 с.
2. <http://i-pec.com.ua/>

УДК 556.182:574

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ-ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЯХ

Н.В. Тищенко, Н.Б. Ульянов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

tichnataly@yandex.ru

На всех этапах развития человечество тесно связано с окружающим миром, но с тех пор, как появилось высокоиндустриальное общество, вмешательство человека в природу усилилось, расширился объём этого вмешательства: расход невозобновляемых видов сырья увеличивается, все больше пахотных земель выбывает из экономики, так на них строятся города и заводы. Человеку приходится все чаще и больше вмешиваться в окружающий мир, что приводит нарастающему антропогенному воздействию. Наиболее масштабным и значительным является химическое загрязнение среды несвойственными ей веществами химической природы.

Рассмотрим негативное воздействие на поверхностные воды на примере Ленинградской области. В настоящее время химический состав и качество поверхностных вод на территории Ленинградской области формируется под совместным влиянием природных и антропогенных факторов.

Ведущая отрасль экономики Санкт-Петербурга и Ленинградской области – промышленное производство: более 700 крупных и средних предприятий, более 12,5 тысяч малых предприятий, вследствие чего, уровень загрязнения окружающей среды остается высоким.

Существующая антропогенная нагрузка на речные водосборы Ленинградской области характеризуется неоднородностью и неравномерностью распределения. Давление антропогенной нагрузки наиболее выражено в районе Киришского промузла (водосборы рек Черная, Жалень, Дубна), в южном Приладожье (р. Назия, в районе Синявинской птицефабрики), вблизи Кировского промузла, в верхнем течении Невы, на водосборе р. Охта в окрестностях Санкт-Петербурга, а также в окрестностях г. Приморска. Размеры существующей антропогенной нагрузки остаются на уровне, превышающем самоочищающую способность водных экосистем, следовательно, во многих водных объектах сохраняются устойчивые зоны загрязнения.

Антропогенное воздействие на состояние водных объектов в настоящее время определяется совокупностью многих факторов, отраженных на рис. 1.

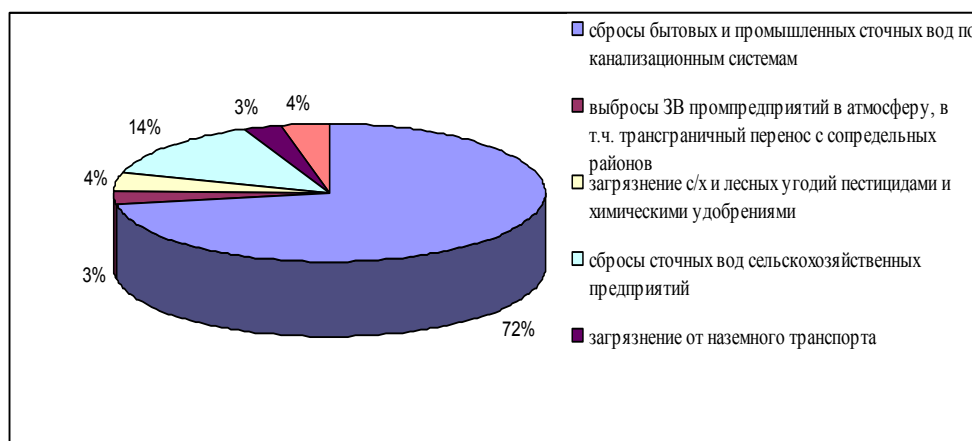


Рис. 1. Факторы антропогенного воздействия на водные объекты

В соответствии с требованиями Водного кодекса РФ Невско-ладожским водным бассейновым управлением (НЛВБУ) и Государственным гидрологическим институтом (ГГИ) выполняются обследования водных бассейнов Санкт-Петербурга и Ленинградской области на предмет комплексного использования и охраны водных объектов. По результатам анализа проведенных исследований определено, что основным и безальтернативным источником водоснабжения Санкт-Петербурга является река Нева, доля подземных вод в общем водопотреблении не превышает 5%. Сброс сточных вод в основном осуществляется в Невскую губу, из них около 85% проходят предварительную очистку на городских и локальных производственных очистных сооружениях. Антропогенное воздействие промышленных сточных вод наиболее четко проявляется в содержании ряда техногенных загрязняющих веществ, отраженных в таблице 1.

Таблица 1.

Концентрация загрязняющих веществ в водных объектах (в долях ПДК рыбохозяйственного норматива)

Наименование загрязняющих веществ (ЗВ)	р. Волхов, Пчевжа, Черная, Охта	р. Нева, Малая и Большая Невка	р. Ждановка, Ижора, Славянка
Медь	18-40	10-14	8-13
Цинк	7-12	7-10	4-7
Марганец	20-30	30-70	15-30
Железо общее	10-25	15-30	15-25
Свинец	1,5-2,0	1-1,9	1,1-2,7
Нефтепродукты	1-20	0,5-10	1-15

В связи с очень медленным разрушением, вредные вещества накапливаются во внешней среде и переносятся на большие расстояния потоками воздуха, воды или подвижными организмами, накапливаясь в высоких концентрациях в основных пищевых продуктах, в частности в рыбе.

На основе анализа фактического экологического состояния водных объектов, использование водных ресурсов бассейна предприятиями Ленинградской области, учета перспектив развития региона и положений Водной стратегии Российской Федерации, предлагаются следующие направления проведения мероприятий по достижению целевого состояния бассейнов рек Ленинградской области:

- мероприятия по достижению целевых показателей качества вод, сохранению и восстановлению водных объектов до состояния обеспечивающего экологически благоприятные условия жизни населения;
- прекращение сброса неочищенных сточных вод в водные объекты и обеспечение очистки сточных вод до качества, соответствующего рекомендациям Хельсинкской комиссии по защите морской среды Балтийского моря;
- содействие внедрению на предприятиях Санкт-Петербурга и Ленинградской области эффективных водосберегающих технологий, а также сооружений по очистке сточных вод;
- мероприятия по гарантированному обеспечению водными ресурсами населения и отраслей экономики Ленинградской области;
- мероприятия по совершенствованию и развитию государственного мониторинга водных объектов.

Основными и обязательными мероприятиями по сохранению и восстановлению водных объектов до состояния, обеспечивающего экологически благоприятные условия жизни населения и устойчивое социально-экономическое развитие региона, является переход предприятий на систему наилучших доступных технологий (НДТ).

По результатам анализа статистических данных НЛВБУ и фактических данных исследования водных объектов Ленинградской области сделан вывод, что переход предприятий с наибольшим объемом водопотребления и водоотведения на НДТ позволит достигнуть целевых показателей качества воды основных водных объектов.

Переход на НДТ потребует относительно продолжительного периода времени. Так, например, в странах Евросоюза переход занял 10 лет [4]. Важнейшим фактором стимулирования перехода предприятий на НДТ, является экономический: для предприятий, не предпринимающих мер по модернизации производств с целью перехода на НДТ, плата за негативное воздействие увели-

чилась в 2-3 раза в 2011-2012 г., и планируется увеличение в 3-4 раза к 2016 году. При этом для предприятий, переходящих на НДС, платежи снижаются на 70%, а после внедрения НДС уменьшаются в 2 раза.

Кроме того, переход предприятий – основных загрязнителей - на НДС можно интенсифицировать путем оценки непосредственного ущерба, наносимого ими водным объектам.

Оценка размера ущерба, наносимого водным объектам в результате сброса загрязняющих веществ с превышением ПДК, является необходимым и объективным элементом при планировании и проведении мероприятий по улучшению водохозяйственной обстановки. Эта величина позволяет, с одной стороны, оценить в денежном эквиваленте масштаб загрязнения водных объектов, а с другой - определить требуемый объем финансовых средств, направляемых на оздоровление водных объектов для строительства и реконструкции очистных сооружений, внедрения новых производственных технологий, введения оборотного водоснабжения и перехода предприятий на НДС.

Для сохранения, защиты и эффективного использования природной воды необходимо разработать соответствующую систему нормативного обеспечения, включающую технические рекомендации по проектированию сберегающих систем водоснабжения и водоотведения и справочники для нормирования показателей сбросов на единицу продукции. При этом должны учитываться экономически доступные технологии, уже внедренные на некоторых предприятиях.

Список литературы:

1. Схемы комплексного использования и охраны водных объектов бассейнов рек в пределах территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области. (2010). ГУ ГГИ.
2. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года (2009). Утв. распоряжением Правительства РФ 27.08.2009 г. № 1235-р
3. Методические рекомендации по определению целевых показателей качества воды в водных объектах. (2008). ФГУП РосНИИВХ.
4. Трутнев Ю.П. Доклад на президиуме Госсовета по экологии 27 мая 2010 г. «Реформирование законодательства в сфере охраны окружающей среды Российской Федерации».

УДК 502/504

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

С.Б. Томилов, Н.В. Тищенко

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

tichnataly@yandex.ru

Неотъемлемым условием успеха воздухоохранной деятельности является информация о содержании в атмосфере различных примесей. Степень загрязнения атмосферы зависит от количества выбросов вредных веществ и их химического состава, от высоты, на которой осуществляются выбросы, и от климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ

Источники загрязнения атмосферы различаются по мощности выброса (крупные и мелкие), высоте выброса (низкие, средней высоты и высокие), температуре выходящих газов (нагретые и холодные).

В выбросах предприятий различных отраслей промышленности и транспорта содержится большое число различных вредных примесей. Почти из всех источников в атмосферу поступают диоксид серы (SO₂), пыль, оксид углерода (CO), оксиды азота (NO, NO₂). Много вредных веществ образуется при сжигании топлива. Только тепловые электростанции являются источником почти половины (45 %) общего количества сернистых соединений, поступающих в воздушный бассейн.

При постоянных параметрах выбросов уровень загрязнения атмосферы существенно зависит от климатических условий: направления, условий переноса и распространения примесей в атмосфере, интенсивности солнечной радиации, определяющей фотохимические превращения примесей и возникновение вторичных продуктов загрязнения воздуха, количества и продолжительности атмосферных осадков, приводящих к вымыванию примесей из атмосферы.

В городах в результате застройки и реконструкции происходят изменения микроклиматических и метеорологических условий, поэтому получение среднего значения концентрации примеси для периода, в который меняется характер воздействия источников выбросов на атмосферу, является проблемной задачей. Средние годовые концентрации из-за погрешностей измерений, неоднородности рядов наблюдений, изменения метеоусловий и структуры городской застройки, могут значительно варьироваться.

Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы в городах и населенных пунктах осуществляется в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01 — 86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов». Существующая в нашей стране сеть наблюдений загрязнения атмосферного воздуха включает посты ручного отбора проб воздуха и автоматизированные системы наблюдений и контроля окружающей среды (АНКОС).

Наблюдения (мониторинг) за уровнем загрязнения атмосферы производятся на **посту**, представляющем собой заранее выбранное для этой цели место (точку местности), на котором размещается павильон или автомобиль, оборудованный соответствующими приборами.

Посты наблюдений устанавливаются трех категорий: стационарные, маршрутные и передвижные (подфакельные).

Стационарные посты оборудованы специальными павильонами, которые устанавливают в заранее выбранных местах. Наблюдения на маршрутных постах проводятся с помощью передвижной лаборатории, оснащенной необходимым оборудованием и приборами. **Маршрутные посты** также устанавливают в заранее выбранных точках. Одна машина за рабочий день объезжает 4...5 точек. Порядок объезда автомашиной выбранных маршрутных постов должен быть одним и тем же, чтобы определение концентраций примесей проводилось в постоянные сроки. Наблюдения под факелом предприятия также ведутся с помощью специально оборудованной автомашины. **Подфакельные посты** представляют собой точки, расположенные на фиксированных расстояниях

от источника. Они перемещаются в соответствии с направлением факела обследуемого источника выбросов. Каждый пост независимо от категории размещается на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке (на асфальте, твердом грунте, газоне).

Исследование воздуха включает два этапа — отбор проб и их анализ. **Отбор проб исследуемого воздуха** — важнейшая часть работы, поскольку результат самого точного анализа теряет смысл по причине неправильно отобранной пробы.

К процессу отбора проб предъявляются следующие требования:

- получение пробы, соответствующей реальному составу воздуха;
- накопление в пробе достаточного для обнаружения количества искомого вещества.

Способы отбора проб воздуха зависят от ряда причин:

- агрегатного состояния искомого вещества в воздушной среде (аэрозоли конденсации и дезинтеграции, пары, газы);
- возможных химических взаимодействий искомого вещества с воздушной средой;
- числа исследуемых вредных веществ в воздухе;
- метода исследования и др.

Отбор проб атмосферного воздуха осуществляется через поглотительный прибор аспирационным способом путем пропускания воздуха с определенной скоростью или заполнения сосудов ограниченной емкости. Для исследования газообразных примесей пригодны оба метода, а для исследования примесей в виде аэрозолей (пыли) — только первый.

Для отбора проб воздуха используются электроаспираторы, пылесосы и другие приборы и устройства, пропускающие воздух, а также устройства, регистрирующие объем пропускаемого воздуха (реометры, ротаметры и другие расходомеры).

Полнота информации определяется числом контролируемых ингредиентов, сроками наблюдений, размещением сети наблюдений. Достоверность информации в значительной степени зависит от ее однородности. Необходимо иметь однородный ряд наблюдений за период, для которого средние характеристики оказываются достаточно устойчивыми и слабо зависящими от новых результатов измерений.

Пробы подразделяются на разовые (период отбора 20 - 30 мин) и средние суточные (определяются путем осреднения не менее четырех разовых проб атмосферного воздуха, отобранных через равные промежутки времени в течение суток). Наилучшим способом получения средних суточных значений является непрерывный отбор проб воздуха в течение 24 часов.

Методы дискретного отбора проб воздуха для последующего анализа в химической лаборатории несомненно важны и необходимы в общей системе наблюдений загрязнения атмосферного воздуха. На пунктах наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха (ПНЗ) используются газоанализаторы позволяющие восполнить пробел в ручных методах дискретного отбора проб и представляющие информацию о суточном ходе концентрации по записи на диаграммной ленте.

Наиболее широко используются на ПНЗ следующие газоанализаторы: для диоксида серы - кулонометрический газоанализатор (ГПК-1) и флуоресцентный газоанализатор (667ФФ), оксида углерода - оптико-акустический (ГМК-3), оксида, диоксида и суммы оксидов азота - хемиллюминесцентный (645ХЛ), углеводородо-ионизационный (623ИН), озона - хемиллюминесцентный (652ХЛ).

В большинстве случаев требуется транспортировать пробоотборные устройства с места отбора проб в аналитическую лабораторию, поэтому важно сохранять целостность пробы во время транспортирования. Любые проводимые измерения и отборы проб оформляются в виде протокола (Акта отбора проб).

Перечень веществ для измерения на стационарных, маршрутных постах и при подфакельных наблюдениях, а также передвижными приборами устанавливается на основе сведений о составе и характере выбросов от источников загрязнения в городе и метеорологических условий рассеивания примесей. Определяются вещества, которые выбрасываются предприятиями города, и оценивается возможность превышения ПДК этих веществ. В результате составляется список веществ, подлежащих контролю в первую очередь.

Принцип выбора вредных веществ и составления списка приоритетных веществ основан на использовании параметра потребления воздуха (ПВ):

реального

$$ПВ_i = \frac{M_i}{q_i}$$

и требуемого

$$ПВ_{ti} = \frac{M_i}{ПДК_i}$$

где M_i - суммарное количество выбросов i -й примеси от всех источников, расположенных на территории города;

q_i - концентрация, установленная по данным расчетов или наблюдений.

Устанавливается, будет ли средняя или максимальная концентрация примеси превышать при данных выбросах соответственно среднюю суточную ПДКс.с или максимальную разовую ПДКм.р.

Если $ПВ_{ti} > ПВ_i$, то ожидаемая концентрация примеси в воздухе может быть равна ПДК или превысит ее, и, следовательно, i -я примесь должна контролироваться. Перечень веществ для организации наблюдений устанавливается сравнением ПВ с ПВт для средних (ПВс.с) и максимальных (ПВм.р) концентраций примесей.

На основании установленного перечня веществ, подлежащих контролю, в каждом городе определяются вещества для организации наблюдений на постах. На опорных стационарных постах организуются наблюдения за содержанием основных загрязняющих веществ: пыли, диоксида серы, оксида углерода, оксида и диоксида азота, - и за специфическими веществами, которые характерны для промышленных выбросов многих предприятий данного города (населенного пункта).

На неопорных стационарных и маршрутных постах проводятся наблюдения за содержанием специфических примесей приоритетного списка, характерных для близлежащих источников выбросов. Наблюдения за основными примесями на этих постах проводятся по сокращенной программе или не проводятся. Одна специфическая примесь контролируется на 2 – 3 стационарных постах одновременно.

Перечень вредных веществ, подлежащих контролю, пересматривается при изменении данных инвентаризации промышленных выбросов, появлении новых источников выбросов, реконструкции предприятий, но не реже 1 раза в 3 года.

Для наблюдения за загрязнением атмосферы используются методики, основанные на использовании следующих физико-химических и физических методов: фотоколориметрии, атомно-абсорбционной спектрофотометрии, рентгенофлуоресцентный, квазилинейчатых спектров люминесценции, потенциометрии, газовой хроматографии (ГХ).

Относительная суммарная погрешность измерения массовой концентрации определяемых веществ в атмосферном воздухе, согласно ГОСТ 17.2.4.02-81, не должна превышать $\pm 25\%$. В ряде давно используемых и хорошо себя зарекомендовавших методик указанное требование выполняется всегда.

В каждой методике наряду с принципом метода измерения указаны конкретные средства измерения, с применением которых она разработана, однако они могут быть заменены аналогичными с погрешностями, не превышающими погрешность рекомендуемых. Применяемые средства измерений должны быть поверены (аттестованы) в сроки, установленные ГОСТ 8.002-71, иметь клеймо и свидетельство о поверке.

Список литературы:

1. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы
2. РД 52.04.306-92. Охрана природы. Атмосфера. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха
3. ГОСТ 17.2.4.02-81. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ
4. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест
5. ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов»

УДК 334.021

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Е.А. Тютрюмова, С.Е. Копыльцова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Хлебопекарная промышленность Российской Федерации является одним из ведущих секторов АПК. В стране насчитывается более 10 тыс. хлебозаводов (в том числе 1,5 тыс. крупных) и пекарен, способных вырабатывать ежедневно 50 тыс. тонн хлебобулочных изделий. Материально-техническая база хлебозаводов и пекарен общей годовой мощностью производства 13783,5 тыс. тонн хлебобулочных изделий позволяет устойчиво обеспечивать потребность населения в хлебе, удовлетворять вкусы потребителей, учитывать традиционные и национальные требования, вырабатывать на одного человека 100 кг в год. Одновременно в стране имеются мощности для выпечки хлеба в полевых и экстремальных условиях, для выработки хлеба длительного хранения и хлеба специального назначения.

Для предприятий хлебопекарной промышленности, не являющихся в целом чрезвычайно опасными с позиции воздействия на окружающую среду, актуальным становится выявление стадий производства, потребляющих наибольшее количество сырьевых и энергетических ресурсов и создающих наибольшую экологическую нагрузку, а также выбор способов экономии ресурсов и путей снижения вредного воздействия хлебопекарных предприятий.

Целью данного исследования является определение экологического воздействия предприятий хлебной отрасли и выявление степени соответствия технологиям и требованиям, в соответствии с которыми негативное воздействие снижается до уровня наилучших экологически безопасных мировых технологий.

Для реализации данной цели необходимо оценить воздействие на окружающую среду хлебопекарного производства в нашей стране и современный уровень потребления материальных и энергетических ресурсов.

Хлебопекарные предприятия выбрасывают в атмосферу вредные вещества в составе:

- различные виды органической пыли (мучная, сахарная) при приеме, хранении и подготовке сырья;
- пары этилового спирта и углекислого газа при брожении теста;
- пары этилового спирта, летучих кислот (уксусной) и альдегидов (уксусных) при выпечке хлебобулочных изделий;
- акролеин при выпечке формового и подового хлеба;
- пары этилового спирта, летучих кислот (уксусной), альдегидов (уксусных) при остывании и хранении выпеченных изделий;
- окись углерода и окислы азота от хлебопекарных печей при использовании в качестве топлива природного газа;
- пыль древесная, сварочный аэрозоль, окислы марганца, аммиак, окись углерода и окислы азота, пары щелочи - от вспомогательного производства.

Технологические выбросы – этанол, уксусная кислота, уксусный альдегид – в основном выделяются в пружерах, печах и на стадиях остывания хлеба. Пары этих веществ удаляются из пекарных камер по вытяжным каналам за счет естественной тяги и выбрасываются в атмосферу через металлические трубы или шахты высотой не менее 10-15 метров.

На хлебопекарных предприятиях топливо расходуется непосредственно в топочных устройствах хлебопекарных печей для обогрева канальных систем и пекарных камер, где протекает процесс выпечки хлебных изделий, и в топках котлов для получения пара и горячей воды, расходуемых на технологические и подсобные нужды производства.

Если дымовые трубы печей и котлов соединены в одну общую трубу, то в дымовых газах, как правило, присутствуют компоненты технологических выбросов.

Практически все источники выбросов мучной пыли находятся на складах. Это могут быть как организованные источники – при наличии аспирационных установок (зачастую в сочетании с рукавными фильтрами, циклонами и др.), так и неорганизованные (окна и т.п.).

Количество выбрасываемых загрязняющих веществ определяется в зависимости от годовой выработки продукции предприятием. Например, хлебозавод производительностью 8000 т/год продукции имеет выбросы:

- этанол: 8880 кг/год;
- уксусная кислота: 800 кг/год;
- уксусный альдегид: 320 кг/год;
- мучная пыль: 192 кг/год.

Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ хлебопекарного производства на 1 т продукции по технологическим операциям представлены в табл.

Таблица 1

Количество загрязняющих веществ, выделяющихся при производстве единицы продукции для различных источников

Технологические операции	Выбросы загрязняющих веществ, кг/т продукции				
	пыль мучная	этиловый спирт	летучие кислоты (уксусная)	альдегиды (уксусные)	акролеин
Прием, хранение и подготовка сырья	0,017	-	-	-	-
Выпечка	-	1,6	0,155	0,03	0,676 *10 ⁻⁶
Остывание и хранение выпеченных изделий	-	0,2	0,03	0,002	-

Производственные сточные воды на хлебопекарнях образуются в результате мойки сырья (яиц, изюма и т. п.), технологического оборудования и лотков. Среднегодовое количество сточных вод на единицу выпускаемой продукции (1 т хлеба) для хлебозаводов и пекарен производительностью до 20 т хлеба в сутки при прямоточной системе водоснабжения составляет 3,9 м³, а для предприятий производительностью от 30 до 140 т хлеба в сутки 2,3-1,5 м³. Коэффициент неравномерности поступления стоков летом и зимой равен единице. По характеру загрязнений производственные стоки хлебозаводов делятся на воды, загрязненные мукой и мучными примесями, и воды, полученные от охлаждения теплообменных аппаратов, имеющих специфические загрязнения, а также хозяйственно-бытовые. Степень загрязнения сточных вод по данным некоторых исследований различна.

Характерными загрязняющими веществами являются ХПК, БПК, взвешенные вещества, анионные ПАВ, жиры. Также в составе сточных вод наблюдаются микроорганизмы, которые попадают в воду в результате мойки сырья.

Характеристика стоков на сбросе с площадки хлебозаводов различной мощности определяется в зависимости от ассортимента, наличия кондитерских цехов, мощности систем оборотного водоснабжения.

В хлебопекарной промышленности, как и в любой другой, образующиеся отходы производства делятся на возвратные и безвозвратные.

К возвратным отходам (используемым) относят отходы, образующиеся в основном производстве – горбушки сухарных плит, остающиеся при резке плит на сухари; отходы, отбираемые на отдельных стадиях технологического процесса; лом от апробации изделий при отбраковке и возврат остатков готовой продукции из лаборатории после анализа; лом и деформированные изделия, отбираемые после выпечки, охлаждения, внутрицеховой транспортировки и укладки; отходы, образующиеся при переходе с выпечки одного вида изделий на другой и в период пуска и остановки печей и др.

Неиспользуемые (безвозвратные) отходы: выбой из мешков и смет муки, крахмала, сахара и другого сырья, отходы при зачистке оборудования, выпеченные тестовые отходы, горелые изделия, а также все виды санитарного брака для выработки продукции не допускаются. К безвозвратным отходам также относятся безвозвратная тара (полиэтиленовая), отходы бумаги и картона, отходы скорлупы яичной и т. д. К реализуемым отходам относят – мучной смет, собранный в производственных цехах и мучных складах; мучной выбой от вытряхивания мешков; хлебную крошку;

отходы от очистки тестомесильного и тесторазделочного оборудования. Данные отходы могут реализовываться сторонним организациям (например, на корм скоту). Остальные отходы подлежат утилизации, переработке или захоронению.

Хлебопекарные предприятия имеют в основном от 17 до 21 видов отходов, из них к наиболее опасным относят: люминесцентные лампы и кислотнo-свинцовые аккумуляторы – 1-ый класс опасности, отработанные масла, кислотный и щелочной электролиты – 2-ой, ветошь замасленная – 3-ий, теплоизоляционные отходы, лом черных и цветных металлов, изношенные резинотехнические изделия, отработанные абразивные круги – 4-ый и др. Наиболее опасные отходы образуются от вспомогательных производств.

В целях гармонизации с европейским законодательством в области охраны окружающей среды в России разработан проект закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования нормирования в области охраны окружающей среды и введения мер экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения наилучших технологий», который предусматривает введение технологического нормирования на основе наилучших доступных технологий (НДТ) в нашей стране.

В данном законопроекте в качестве одного из критериев определения НДТ относятся наименьшие объемы и (или) уровни воздействия на окружающую среду в расчете на единицу производимой продукции (работы, услуги). В настоящее время в России действуют «Методические указания по нормированию, учету и контролю выбросов загрязняющих веществ от хлебопекарных предприятий» (1996 г.), которые позволяют рассчитать выбросы в атмосферный воздух мучной пыли, этанола, ацетальдегида и уксусной кислоты в пересчете на 1 т хлеба из ржаной и пшеничной муки или их смеси. С момента разработки методических указаний прошло более 15 лет, на многих хлебозаводах было выполнено переоснащение технологических линий, за последние 10 лет ассортимент выпускаемой хлебобулочной продукции сильно расширился и изменился. Таким образом, данный нормативный документ нуждается в пересмотре и изменении.

Разработанный в Европейском Союзе справочный документ по НДТ в области производства пищевых продуктов, напитков и молока (BREF Food, Drink and Milk Production) содержит некоторые рекомендации по наилучшим технологиям хлебопечения, однако, сравнение зарубежных и российских компаний и проведение аналогий осложняется тем, что мощности предприятий сильно разнятся – в Европе за некоторым исключением хлеб производится в небольших пекарнях, тогда как в России подобная практика только начинает получать распространение, а пока хлебобулочные изделия чаще всего выпускаются крупными и средними заводами.

Задача дальнейшего исследования заключается в определении НДТ производства хлебной продукции на российских предприятиях различных профиля и мощности.

Список литературы:

1. ВНТП 02-92. Нормы технологического проектирования предприятий хлебопекарной промышленности. Часть I. Хлебозаводы.
2. Медведев П.В., Степанов А.С. Регулирование воздействий хлебопекарного производства на окружающую среду // Вестник ОренбургГУ. № 2. 2004.
3. Методические указания по нормированию, учету и контролю выбросов загрязняющих веществ от хлебопекарных предприятий. М.: АО «Росхлебопродукт», 1996.
4. Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы / Е.Б. Королева, О.Н. Жигилей, А.М. Кряжев, О.И. Сергиенко, Т.В. Сокорнова. СПб.: ООО «Ай-Пи», 2011. 123 с.
5. Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства. М.: ПрофОбрИздат, 2002.

УДК 537.322; 321.311.22; 621.362.2

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н.Б. Ульянов, Е.В. Евстратова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

elena_evstratova@bk.ru

Ввиду изменившихся за последние годы структуры и стоимость энергоносителей в современных условиях развития любого производства на первый план выходит разработка методов по рационализации энергопотребления. С этой целью необходимо провести тщательный анализ существующего энергетического баланса предприятия для выявления и минимизации нерационального расхода энергоресурсов, а также совершенствование существующих и использование инновационных технологий, сокращающих безвозвратные потери энергии в ходе технологического процесса.

В настоящей работе мы сконцентрируемся на оптимизации энергетического цикла предприятия без изменения основного технологического процесса на примере предприятия по производству минеральных удобрений.

Одной из значительных статей в структуре себестоимости продукции этих предприятий являются затраты на электроэнергию. Статистические данные свидетельствуют, что их годовые затраты на потребляемую энергию весьма значительны, а их доля в себестоимости продукции в настоящее время достигает 25-30%. При этом,

Структурная схема предприятий по производству минеральных удобрений включает, как правило, цеха по производству аммиака, азотной, серной кислот. Производство данной продукции сопряжено с образованием значительного количества пара ненормальных параметров, который, по своей сути, является отходом основного производства, и, соответственно, является чистой потерей в энергобалансе предприятия. Рассмотрим возможные пути снижения энергопотерь, используя этот вид отхода основного производства в дополнительно организуемом вспомогательном технологическом цикле, на примере цеха по производству серной кислоты.

Установка для получения серной кислоты согласно имеющимся литературным данным имеет продолжительные режимы растопа и расхолаживания. Длительность этих режимов может занимать до нескольких суток. При этих режимах пар ненормальных параметров сбрасывается в атмосферу, что приводит к безвозвратным потерям конденсата из пароводяного тракта котла, и, соответственно, тепловой энергии. Пароприемное устройство, встроенное в конденсатор турбоагрегата, в совокупности с быстродействующей редуциционно-охладительной установкой, позволит избежать потерь конденсата.

Источниками перегретого пара служат котлы-утилизаторы, которые предназначены для охлаждения технологических газов, образующихся в камере сгорания серной печи. К примеру, в цехе по производству серной кислоты, образующийся при сжигании жидкой серы сернистый газ при его охлаждении водой в котле-утилизаторе, образует пар высокого давления с ориентировочным количеством 1,3 тонны пара на одну тонну серной кислоты с примерными параметрами пара на выходе $P = 4,0$ МПа, $T = 440$ °С. В настоящее время пар, образующийся от котлов-утилизаторов, не используется.

Предлагается перегретый пар, образующийся в вышеприведенных процессах, направлять в парогенераторную установку (ПГУ) для производства электроэнергии. Цикл работы ПГУ подразумевает замкнутую систему паровооборота, где значительная часть энергии перегретого пара преобразуется в электрическую при прохождении через турбину, и, после завершения цикла Ренкина, снова поступает в котлы-утилизаторы. Простейшая схема установки, работающей по циклу Ренкина, приведена на рис. 1.

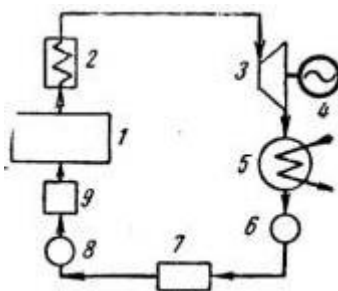


Рис. 1. Цикл работы парогенераторной установки

1, 2 – котел-утилизатор (источник перегретого пара); 3 – турбина; 4 – электрогенератор; 5 – конденсатор; 6 – насос; 7 – питательный бак; 8 – питательный насос; 9 – подогреватель

На современных производствах ориентировочное количество получаемого в результате производства серной кислоты пара составляет 150 т/ч, что достаточно для выработки 25 МВт электроэнергии современными паротурбинными агрегатами.

Кроме того, нагретую воду из контуров охлаждения турбины генератора, также можно использовать для собственных нужд предприятия, в частности, для отопления производственных цехов.

Внедрение системы энергосбережения позволит получать до 65 тонн в час пара низкого давления из тепла, выделяемого при производстве серной кислоты. В свою очередь, увеличение выработки пара повысит мощность энергоблока самого предприятия.

Внедрение такой системы позволит минимизировать выбросы пара в атмосферу, сократить расходы на подпитку собственных сетей и, соответственно, на химводоочистку, уменьшить потребление электроэнергии из внешней сети, существенно увеличить экономичность собственной выработки, и в будущем может привести предприятие к переходу на стопроцентное самообеспечение электроэнергией.

Таким образом, для повышения энергоэффективности производства предлагается использовать вышеописанную комплексную систему энергосбережения, включающую парогенераторную установку для выработки электрической энергии, и дополнительные теплообменники для использования тепловой энергии в собственных нуждах предприятия.

Список литературы:

1. Бескорвайный В.В., Фомичев А.Г., Шелгунов В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения. Учебное пособие. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009.
2. Шляхин П.Н., Бершадский М.Л.. Краткий справочник по паротурбинным установкам. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961.
3. Быстрицкий Г.Ф. Основы Энергетики. М.: Инфра-М, 2007.
4. http://www.niuiif.ru/wp-content/uploads/Mir/Mir_2004_3.pdf, Электронный ресурс (дата обращения 23.06.2013)

УДК 66.023.2; 66.088

ПЛАЗМЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ВРЕДНЫХ ГАЗООБРАЗНЫХ ВЕЩЕСТВ

Н.Б. Ульянов, И.В. Николаева

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холод аи биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

9520577@mail.ru

Постоянной экологической проблемой является загрязнение атмосферного воздуха промышленными выбросами. К основным методам защиты атмосферы от химических примесей, в первую очередь, относят мероприятия, направленные на снижение мощности выбросов, т.е. уменьшение количества выбрасываемого вещества в единицу времени, а также мероприятия, направленные на защиту атмосферы путем обработки и нейтрализации вредных выбросов специальными системами очистки.

Коренное решение вопроса минимизации выбросов загрязняющих веществ заключается в эффективной очистке от вредных газов и пыли до их выброса в атмосферу.

Одним из наиболее ярких примеров применения новых технологий является - плазмокаталитическая очистка газообразных выбросов [1]. Применение плазменно-каталитической технологии очистки воздуха от вредных газообразных веществ осуществляется в России на протяжении 10 лет и емкость рынка данной технологии - не менее 4500 предприятий. Оборудование плазмокаталитической очистки газообразных выбросов «ПЛАЗКАТ-аэро» (ТУ 3646-004-56321325-2009 [2]) относится к классу «сухой» очистки воздуха, на основе метода плазменно-каталитической деструкции вредных и токсичных газов. Установка не содержит расходных материалов, единственный вид эксплуатационных затрат – расход электроэнергии и обслуживание. Производителем оборудования плазменно-каталитической очистки воздуха и газов «ПЛАЗКАТ-аэро» с 2001 года является ООО «Электроэкология» (Санкт-Петербург). Установка «ПЛАЗКАТ-аэро» (рис. 1) состоит из набора модулей плазмокаталитического реактора, агрегата питания и стойки управления.

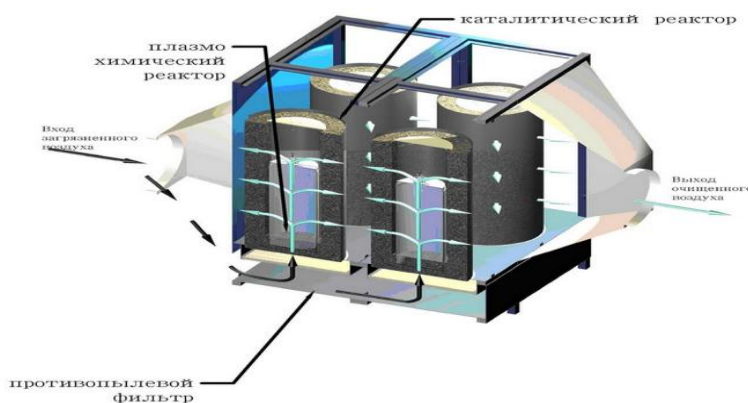


Рис. 1. Пример распределительного типа ПКГОУ

Плазмокаталитический реактор представляет собой мультиплицированный блок из реакторов определенной производительности. Каждый реактор в блоке состоит из трех ступеней. Первая ступень – противопылевая, вторая - плазмохимическая, где происходит разрушение, окисление молекул газов, бомбардировка быстрыми электронами, энергетический разрыв молекулярных связей, образование нестабильных комплексов и радикалов. Третья – каталитическая, где происходит глубокое окисление, разрушение и стабилизация простых молекулярных форм. В объединенных в единый модуль плазмохимической и каталитической ступенях воздух распределяется от цен-

тральной оси к периферии по всему сечению. Одновременно с этим, стенки каталитической ступени реактора являются электродами плазмохимической. Происходит процесс одновременной обработки очищаемого газа. Благодаря такой конструкции устраняются тепловые и электромагнитные потери. Вся энергия идет на возбуждение катализатора и в разряд. Разрядная зона занимает практически весь объем модуля за исключением мест крепления электродов и опорно-проходного изолятора. При таком распределении активной зоны разряда и размещении катализатора, обрабатываемый газ подвергается максимально возможной обработке всеми активными частицами, синтезируемыми в разряде [3]. Схема работы реактора представлена на рисунке (рис. 1).

Степень очистки или степень разложения вредных газов подтверждена многими протоколами замеров эффективности очистки, составленными аккредитованными лабораториями на разных предприятиях России. Очистка воздуха в пивоваренной отрасли с помощью очистителей "ПЛАЗКАТ-аэро" показала значительное снижение микробной обсемененности воздуха, снижение количественного содержания плесневых грибов. Кроме того, в различных технологических процессах пивоваренной отрасли выделяются вещества, загрязняющие воздух. Это ацетон, этанол, бутанол, ароматические углеводороды, спирты и большое число веществ с неприятным запахом. Согласно данным Протокола количественного химического анализа проб воздуха от 16.09.2004г., отобранных до и после установки плазмо-каталитической газоочистки «ПЛАЗКАТ-аэро 2500/10000», выполненных Аналитической лабораторией ГУП «НКТЬ «Кристалл» Минобразования России», эффективность очистки парогазовой смеси, образующейся при кипячении сула составляет по: ацетону – 91,2%, этиловому спирту – 90,6%, изопропиловому спирту – 92,1%, уксусной кислоте – 91,7%, углеводородам C₁-C₁₀ – 93,1%, углеводородам C₁₁-C₁₉ – 92,6%.

Сравнительная оценка технологии плазменно-каталитической очистки с классическими методами по 4-х балльной шкале (от 0 до 3) представлена в табл. 1. Оценка «0» соответствует случаю, если метод не эффективен и исключается из рассмотрения; оценка «1» - стоит рассматривать; оценка «2» - метод достаточно эффективен и «3» - наилучший для данных параметров эксплуатации.

Таблица 1.

Характеристика области применения газоочистного оборудования

Метод обработки	Скорость потока, м ³ /с		Температура, °С		Относительная влажность, %		Концентрация загрязнений, мг/м ³		
	<2.8	>2.8	<50	>50	<75	>75	<20	<100 0	>2000
Адсорбция	3	1	3	0	3	0	0	3	1
Термальное окисление	3	1	1	3	2	1	1	3	3
Каталитическое окисление	3	2	1	3	2	1	0	3	3
«Холодная плазма»	2	3	3	2-3	3	2	2-3	3	2

Вывод Плазмокаталитическая технология решает проблему очистки воздуха (газоочистки) при минимуме катализатора (без драгметаллов), минимуме температуры (от 20 °С) и минимуме потребляемой электроэнергии. Одним из направлений применения технологии, где она имеет неоспоримые преимущества перед традиционной газоочисткой, являются отрасли производства, где применяется малогабаритное и среднегабаритное технологическое оборудование: нагревательные, термические, плавильные печи малых объемов, покрасочные камеры, коптильни, плиты для термообработки пищевых продуктов и т.п. Эти преимущества связаны с малыми капитальными и эксплуатационными затратами на плазмокаталитические очистители воздуха и высокой эффективностью газоочистки.

Список литературы:

1. Современные достижения в области технологии плазменно-каталитической очистки воздуха/ Электроэкология. Промышленные фильтры для очистки воздуха и вод/ Электронный ресурс <http://ele-spb.ru> (дата обращения 20.06.2013).

2. Устройство плазмокаталитической очистки воздуха (газов) «ПЛАЗКАТ-аэро». ТУ 3646-004-56321325-2009. Серийный выпуск. Сертификат соответствия № С-РН АВ59 В 00028 ТР 0594922 на продукцию.

3. Петров В.Ю., Батуренко Д.Ю. Применение плазменно-каталитической технологии для очистки от толуола и ацетона. –Сборник материалов 31-й Всероссийского семинара «Озон и другие экологически чистые окислители». М.: Хим. фак. МГУ, 2010г. с.116.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОТРАСЛИ

УДК 334.021.1

ЦЕЛИ ВНУТРИФИРМЕННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ

Е.И. Алексашкина

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

ealexashkina@rambler.ru

Вопросу внутрифирменного предпринимательства (интрапренерство) в настоящее время уделяется большое внимание. Оно рассматривается как в направлении менеджмента, так и в маркетинге. Интерес к внутрифирменному предпринимательству появился в начале 1980-х годов и связан был с поиском новых эффективных путей развития. В первую очередь такая задача встала перед крупными зарубежными компаниями в период перехода от индустриальной экономики к постиндустриальной и информационно-технологической. Резкий скачок развития компьютерной техники и информационных технологий заставил крупные предприятия задуматься о целенаправленном генерировании и внедрении инноваций. Как следствие этот процесс породил внутрифирменное предпринимательство или интрапренерство.

Концепция внутрифирменного предпринимательства достаточно молодая и находится на стадии формирования и осмысления. К такому выводу приводит информация, имеющаяся в экономических источниках, высказанная различными авторами. Внутрифирменное предпринимательство возникло в крупных компаниях с целью достижения и расширения их конкурентных преимуществ. А для того, чтобы определить сущность и необходимость данного направления, следует проанализировать, какие цели ставит перед собой интрапренерство.

Впервые о необходимости изучения внутрифирменного предпринимательства упомянул британский автор Н.Макраи в 1976 г. при рассмотрении признаков изменения предпринимательской деятельности. Затем концепция интрапренерства в середине 1980-х гг. получила свое развитие в работах Гиффорда Пиншо и Розабет М. Кантер как синтез проблематики социального предпринимательства и конкурентоспособности компании. Целью такого синтеза становится рождение новых бизнесов внутри существующих организаций (внутренние инновации и венчуры) и трансформация организации через обновление ключевых предпосылок и идей, на которых она построена (стратегическое обновление)[4].

Штайльманн К. рассматривает интрапренерство как трансформирующуюся субстанцию предпринимательской деятельности. В зависимости от того существует она или исчезает, меняются условия формирования и постановки целей [5].

Хизрич Р. и Питерс Т. считают, что целью интрапренерства должно быть создание условий для индивидов в удовлетворении их потребностей «заниматься своим делом и делать это на своих собственных условиях». Такой подход приводит к осознанию своей ответственности к выполняемым поручениям и сильное стремление к самовыражению сотрудников, желающих проявить свой творческий потенциал. Инициативные, целеустремленные работники получают определенную свободу в действиях, но на условиях имплицитного контракта, который отражает устойчивое взаимодействие между экономическими субъектами, не прописанное в явном виде в контракте. Такой вид контракта является не разовым или спорадическим актом, а экономическим состоянием[2].

Асаул А.Н. и Багиев Г.Л. главную цель внутрифирменного предпринимательства видят в стимулировании и удовлетворении спроса общества на конкретные его потребности в рамках существующей коммерческой организации, а интрапренер в силу своих компетенций должен обеспечить максимизацию возможностей предпринимательства в условиях действующей коммерче-

ской организации [1]. По мнению авторов интрапренерство может развиваться, если внутри существующего предприятия на индивидуумы воздействует определенный дух предпринимательства или имеет место влияние организационной культуры. Под воздействием внешней среды формируются условия внутренней среды коммерческой организации и, соответственно, происходит определенная трансформация и последующая детализация целей внутрифирменного предпринимательства:

- потребность в получении денежных средств для устойчивого развития коммерческой организации;
- потребность в создании ресурсной базы для перспективного развития коммерческой организации;
- внедрение новых технологий с целью увеличения конкурентных преимуществ;
- выдвижение и реализация новаторских предпринимательских идей по коммерциализации новых технических, технологических и иных достижений;
- выделение интракапитала для реализации предпринимательских целей внутри существующей коммерческой организации, выпускающей определенную продукцию (работы или услуги);
- всесторонняя помощь в виде консультаций, финансовой и материальной помощи для практической реализации идей;
- желание получить дополнительную прибыль к имеющейся.

Из представленных выше целей внутрифирменного предпринимательства выявлено, что оно может быть рассмотрено как внутренний переменный ситуационный фактор. Он устанавливается руководителем организации, в процессе анализа внешней среды, и используется для достижения организацией конкурентных преимуществ.

По мнению Клейнера Г.Б. сущность внутрифирменного предпринимательства выражается в организационно-экономическом аспекте. Он считает, что интрапренерство может быть сформировано в целях реализации определенной идеи, проекта, необходимых для повышения технического и технологического уровня основного предприятия. Клейнер Г.Б. видит интрапренерство как временный коллектив, а не постоянное явление или определенное направление развития формы предпринимательства.

По мнению Качанова Е.Н. и Сафоновой К.И. внутрифирменное предпринимательство предполагает качественную реорганизацию предприятия, создание в его рамках не только временных трудовых коллективов, но и постоянно действующих структур, наделенных определенными предпринимательскими функциями [3].

Взгляд Виссема Х. на внутрифирменное предпринимательство заключается в децентрализации предпринимательских задач в рамках одной фирмы. Многие исследователи считают, что децентрализация функций управления способствует рационализации процессов принятия управленческих решений. Целью такого управления является создания бизнес-единиц, которые обладали бы интегральной ответственностью, т.е. отвечали бы за все функциональные области такие, как исследования, разработки, закупки, маркетинг, сбыт, стратегическая политика.

Таким образом, исследование целей интрапренерства в повышении эффективности предприятия происходит за счет следующих организационно-экономических компонентов:

- активизации и использования творческого потенциала сотрудников;
- повышения эффективности использования ресурсов предприятия;
- быстрой реакции на изменения рынка;
- быстрой реализации всевозможных изменений;
- создание основы для дальнейшего развития производства.

Изучение целей внутрифирменного предпринимательства показало, что, несмотря на то, что оно характерно для крупного бизнеса, тем не менее, основывается на общих принципах и правилах малого бизнеса. Это связано с тем, что, во-первых, малый бизнес обладает возможностью более гибких и оперативных решений; во-вторых, в нем упрощена структура принятия управленческих решений; в-третьих, быстрая адаптация в условиях неопределенности; в-четвертых, умение организовываться и приспосабливаться к местному рынку для изучения пожеланий, предпочтений, обычаев и других его характеристик.

Следует также отметить, что внутрифирменное предпринимательство имеет более низкие расходы на свое содержание и обслуживание и шансы на быстрый материальный успех, а также предполагает совмещение нескольких профессий.

Агиевич Т.Г. в своем диссертационном исследовании отметила, что человеческие ресурсы являются одним из главных звеньев в структуре предприятия. А умело выявленные, и подобранные кадры способствуют успешному функционированию и качественному развитию хозяйствующего субъекта. Как правило, собственники предприятия имеют возможности для реализации своих предпринимательских способностей, а предпринимательский потенциал наемных работников остается практически невостребованным. В этом случае внутрифирменное предпринимательство позволяет интегрировать интеллектуальную активность работников и корпоративных стратегий. Если же работники в соответствии с индивидуальными ожиданиями получают поощрение, то в совокупности все проводимые управленческие мероприятия приводят к повышению интереса к работе, активизации предпринимательского поведения внутри предприятия, желанию делиться накопленным опытом, эффективно работать в команде.

Таким образом, выявленные цели внутрифирменного предпринимательства позволяют сделать вывод, что оно представляет собой некую иную форму предпринимательской автономии и способствует формированию условий для активной инновационной деятельности.

Список литературы:

1. Асаул А.Н., Войнаренко М.П., Ерофеев П.Ю. Организация предпринимательской деятельности Учебник. Под ред. д.э.н., проф. А.Н. Асаула. СПб.: «Гуманистика», 2004. 448с.
2. Василёнок В.Л., Негреева В.В. Инновационный потенциал развития внутреннего предпринимательства // Научно-технические ведомости СПбГПУ, № 3 (149) 2012 г. С. 16 – 24.
3. Качанов Е.Н., Сафонова К.И. Сущность, ключевые признаки и функции внутрифирменного предпринимательства // Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета, 2005, выпуск 1/ [Электронный ресурс] Научная библиотека КиберЛенинка: <http://cyberleninka.ru/article/n/suschnost-klyucheveye-priznaki-i-funktsii-vnutrifirmennogo-predprinimatelstva#ixzz2Z7XSBLZ0>
4. Негреева В.В., Шапиро Н.А. Предпринимательский стиль управления и сфера социальных инноваций / Актуальные проблемы менеджмента в России / Сб. науч. трудов международной научно-практической конференции . Часть 1. СПб: ОЦЭиМ, 2011.
5. Штайльманн К. Новая философия бизнеса. Т II. Риски и успех предпринимательства в постсоциалистическом обществе. Москва–Берлин: Российское психологическое общество, 1998. С. 175.

УДК 65; 658.7

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА ПРИМЕРЕ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В.Л. Василёнок, Д.И. Негреев

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

dm.negreev@mail.ru

Актуальность исследования логистического процесса обусловлена тем, что логистика является одной из быстро развивающихся сфер хозяйственной деятельности, дающих предприятиям значительные преимущества в конкурентной борьбе. Цель управления логистическим процессом заключается в оптимизации предложения продукта предприятия, поиске необходимого потребителя и создания условий для увеличения общей прибыли.

С точки зрения логистики поток – это экономическая категория, которая характеризует систему структурно взаимосвязанных элементов. В свою очередь, система состоит из четырех основных видов потоков (материальный, информационный, финансовый, сервисный), воспринимаемых как единое целое и подвергающихся динамическим изменениям за определенный период времени. Так как поток в логистике – величина динамическая, то она является дифференциальной функцией запаса, отражающей результат изменения потока. Для существования потока запас должен быть функцией времени. Следовательно, поток рассматривается как управляемая подсистема в составе системы управления, которую целесообразно осуществлять в пространстве четырех переменных: временной; пространственной; количественной; фазовой, которая относится к качественной характеристике. Для пространственного измерения потока характерны такие категории, как траектория, длина, начальная и конечная точки, для временного – продолжительность, для количественного – объем и т.п.

Тем не менее, процесс изучения потока как экономической категории продолжается. В экономической литературе встречается мнение, что при равенстве пополнения и расходования запаса значение потока будет равно нулю. Эта ситуация для предприятий является стабильной и нормальной при создании идеальных условий, при этом потоковый процесс может идти достаточно интенсивно. Управление товарными запасами, кроме поддержания их на уровне высокого ассортимента и оптимизации оборачиваемости, также является ресурсом для дальнейшего развития компании.

Перспективная деятельность любой компании связана с расширением своей деятельности и увеличением товарных объемов. Такой дальновидный подход, используемый руководителями торговых или производственных компаний, вынуждает их решать такие задачи, как возможность справиться с планируемым товарным потоком без ввода в строй новых складских площадей; обработка большого товарного объема, не располагая значительными средствами для расширения имеющихся мощностей. Вследствие, чего отметим, что вопрос использования складских помещений стоит очень остро. Для российского рынка строительство складов – одно из самых перспективных и привлекательных сегментов коммерческой деятельности. Несмотря на рост предложений объектов на рынке производственно-складской недвижимости, качество объектов желает быть лучшим.

Склады как важнейшие элементы логистических систем представляют собой объективную необходимость в специально обустроенных местах для содержания запасов. Этим объясняется наличие большого количества разнообразных видов складов, начиная от их размеров и, заканчивая спецификой запасов. Склады представляют собой здания, сооружения и разнообразные устройства, которые предназначены для приемки, размещения и хранения, поступивших на них товаров, подготовки их к потреблению и отпуску потребителю.

Современная действительность диктует большой спрос на складские помещения. Предложений при этом меньше, чем при этом хотелось бы, несмотря на бурное строительство складов, что связано с ростом арендной платы. Поэтому актуальность увеличения пропускной способности имеющегося склада особенно велика. Как правило, любая компания с точки зрения хранения про-

дукции выбирает между тремя вариантами: хранение на товарном складе, аренда склада, собственный склад. Причем при использовании первого варианта товаровладелец принимает во внимание, совсем иные характеристики склада, чем при выборе складской недвижимости для последующей аренды или для приобретения в собственность.

Использование кадровых ресурсов высокой квалификации или хотя бы желающих ее получить также является задачей номер один. По мнению древних мудрецов: «В конечном счете, порядок, и только порядок, создает свободу, беспорядок создает рабство». Свобода складской деятельности гарантирует не только свободу перемещения техники и персонала, но и рационально установленное оборудование, от чего зависит увеличение пропускной способности склада или торгового зала. Особо следует обратить внимание на использование мезонинных стеллажей.

Другой оптимизирующей составляющей в работе склада являются информационные технологии. И здесь опять же следует сказать о высококвалифицированной рабочей силе, так как использование сложных информационных технологий, автоматизированных систем на складе, требует от персонала определенного объема знаний и образования. Одной из таких лидирующих систем является складская система управления WMS (Warehouse Management System). Внедрение и использование современных технологий связано с определением основных технологических характеристик: выбор режима работы склада; координирование грузопотоков таким образом, чтобы не было неоправданных пауз; определение среднего времени ожидания в очереди, среднего времени пребывания клиентов на складе, среднюю длину очереди, среднее время простоя грузчика. При этом известно, что складские операции являются наиболее трудоемкими из всех в логистическом процессе.

Тем не менее, хозяйственная деятельность складского хозяйства имеет большое число проблем, это:

1) Отсутствие на складе адресного хранения (как правило, в маленьких фирмах складской работник ориентируется по складу только благодаря своей памяти, что отрицательно влияет на работу фирмы, если сотрудник выпадает из рабочей цепочки по каким-либо причинам)

2) Отсутствие оборудования, способствующего быстрому сбору заявок (к такого рода оборудованию можно отнести:

а) глобальные: автопогрузчик, электроштабелер, рохля, тележки (отсутствие такого рода оборудования усложняет и замедляет работу склада во много раз;

б) обязательные планшеты, ручки, стрейч, скотч, маркеры и другие обязательные вспомогательные материалы.)

3) Нехватка рабочей силы в сезон торговли (найм рабочих на время сезонной продажи товара быстрыми темпами в виду его острой необходимости), что приводит к переработкам, а впоследствии накопленной усталости сотрудника склада, что опять также может отрицательно сказаться на качестве сбора заявок.

4) Отсутствие электронной базы данных по товару (в наше время уже редкость, но все же бывают случаи и это, как правило, индивидуальные предприниматели или малый бизнес).

5) Отсутствие условий труда (к ним можно отнести рабочую одежду, ненормированный рабочий день, отсутствие нормированного обеденного перерыва, санитарно-технического узла).

6) Отсутствие собственного автотранспорта (приводит к тому, что приходится постоянно осуществлять арендовать транспорт для той или иной отгрузки что, приводит к значительным тратам денежных средств).

7) Дефицит деревянных паллетов класса Евро, класса Азиат (все современные супермаркеты, а также транспортные компании осуществляют прием товара от поставщика только на паллетах), что так же приводит к дополнительным тратам денежных средств.

9) Отсутствие русского описания на импортном товаре, что приводит к обязательному стикерованию всей продукции русифицированным описанием (для этого нужен термопринтер и рулоны пустых стикеров), как следствие, отнимает много рабочего времени, и также является еще одним звеном в цепочке затрат денежных средств фирмы.

11) Наличие склада с удобным местоположением (к этому можно добавить хорошее освещение склада, антипыльные ровные полы, наличие погрузочно-разгрузочной зоны, пандуса, который очень удобен при разгрузке-погрузке больших машин, таких как фуры. Отсутствие такого рода удобств замедляют работу склада.

12) Нехватка упаковки (картонные коробки, мешки, стрейч-пленки)

13) Затрудненное движение автотранспорта в часы пик (усложняет планирование отгрузок, а иногда и вовсе парализует их).

Таким образом, целью логистического процесса в складском хозяйстве является оптимизация цикла воспроизводства комплекса, ориентированного требованиям рынка. Но, тем не менее, основной проблемой российского логистического рынка остается острый дефицит складских площадей и создание условий труда. Несмотря на имеющийся поток клиентов, для владельцев складов необходимо правильно выстраивать систему привлечения потенциальных потребителей услуг по транспортировке, хранению и доставке, а также формировать клиентский пул, позволяющий максимально эффективно использовать складские активы для стабильного получения прибыли.

Из всего вышесказанного следует, что новизна логистического подхода к управлению ресурсами заключается в изменении приоритетов хозяйственной деятельности. Главную роль играет не продукт, а процесс в форме потока (материального, информационного, финансового и т.п.). Управление потоковыми процессами, их преобразование и интеграция является новой формой управления, которое превосходит традиционные как по уровню творческого потенциала, так и по эффективности конечных результатов. Оптимизация потоковых процессов в экономике стала возможной лишь благодаря переориентации из количественных критериев оценки хозяйственной деятельности в качественные.

Такой подход к исследованию формирует главную идею складской логистики, связанную с организацией в едином процессе потока перемещения материалов и информации вдоль всей цепочки от поставщика к потребителю. Интеграция материально-технического обеспечения, производства, транспорта, продажи и информационной передачи о движении позиций запаса в единой системе позволит увеличить общую производительность в каждой из этих сфер.

Список литературы:

1. Анисимова А. Д. Основная цель логистической системы распределения. М.: ИНФРА-М, 2011, с 53
2. Гаджинский А. М. Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений. 2-е изд. М.: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 1999. 228 с.
3. Меженина В. Инженерное решение должно быть изящным // Современный склад, 2007, № 1.

УДК 33; 338

КОММЕРЧЕСКАЯ ТАЙНА КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В.Л. Василёнок, Ю.Д. Волкова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

volkova21@bk.ru

Предпринимательская деятельность во всех сферах неразрывно связана с получением и использованием различного рода информации. Причем в современных условиях информация представляет собой особого рода товар, имеющий определенную ценность. Для предпринимателя зачастую наиболее ценной является информация, которую он использует для достижения целей фирмы и разглашение которой может лишить его возможностей реализовать эти цели, то есть создает угрозы безопасности предпринимательской деятельности. Конечно, не вся информация может, в случае ее разглашения, создавать эти угрозы, однако существует определенная ее часть, которая нуждается в защите.

Вся информация представляет различную ценность для самого предпринимателя и, соответственно, ее разглашение может привести (либо не привести) к угрозам экономической безопасности различной степени тяжести. Поэтому информацию необходимо разделить на три группы:

1. информация для открытого пользования любым потребителем в любой форме;
2. информация ограниченного доступа – только для органов, имеющих соответствующие законодательно установленные права (милиция, налоговая полиция, прокуратура);
3. информация только для работников (либо руководителей) фирмы.

Информация относящаяся ко второй и третьей группам является конфиденциальной и имеет ограничения в распространении.

Конфиденциальная информация – это документированная (то есть зафиксированная на материальном носителе и с реквизитами, позволяющими ее идентифицировать) информация, доступ к которой ограничивается в соответствии с законодательством РФ. Часть этой коммерческой информации составляет особый блок и может быть отнесена к коммерческой тайне.

Коммерческая тайна - это право на определенную свободу предпринимательства, защиту своих интересов во взаимоотношениях с государством и другими субъектами рыночных отношений. Право на коммерческую тайну это ограничение государственных возможностей командовать в экономике. [2]

В нашей стране в настоящее время отсутствует законодательная защита коммерческой тайны, не практикуется широкое применение мер экономической ответственности при решении этой проблемы, не наработана соответствующая судебная практика. Возможно, именно поэтому в реальной жизни предприятий процветает явное и тайное безвозмездное заимствование интеллектуальной собственности и коммерческой информации конкурентов (кооперативов, малых предприятий и частных лиц).

Экономическая безопасность предприятий нарушается, прежде всего, в том случае, когда его сотрудники подрабатывают по совместительству в других местах, используя при этом документацию (методики, чертежи), программы и другую созданную на основном предприятии, но юридически не закрепленную в его собственности. А ведь именно эта интеллектуальная продукция (знания и технология) нередко составляет наиболее ценный капитал предприятия.

Однако нынешняя экономическая и правовая проработка данного вопроса не позволяет предприятию – собственнику информации заявить и реализовать свои претензии.

Для решения этой проблемы целесообразно законодательно ограничить (а в отдельных случаях - полностью запретить) бесплатный доступ к опыту отдельных предприятий. В то же время необходимо регламентировать порядок купли-продажи приоритетных разработок с учетом их реальной рыночной стоимости. Предприниматели должны подготовиться к переходу внутреннего рынка на патентно-лицензионную систему охраны промышленной собственности. На предприятиях целесообразно укрепить соответствующие подразделения патентно-лицензионных отделов,

вести необходимых специалистов в маркетинговые службы, организовать собственными усилиями эффективную систему защиты информации. [3]

Основным фактором, способствующим защите информации, остаются пока режимные, т.е. специальные меры, направленные на предотвращение утечки конкретных сведений. Чем больше к ним может быть проявлен или уже фиксировался интерес, тем оперативнее должны приниматься меры по недопущению его удовлетворения.

Принятие специальных мер, направленных на защиту интеллектуальной собственности, зависит, прежде всего от владельца (владельцев) информации, складывающейся в их среде деятельности конкурентной обстановки, ценности, которую представляет для них производственная или коммерческая информация, и других факторов.

Предприятия, располагающие ценной информацией, должны хранить ее в специальных нестораемых шкафах или сейфах, не допускать утери ключей от них или передачи на хранение другим лицам, даже из числа особо доверенных.

Зарубежные фирмы, например, используют для хранения секретной информации сейфы (шкафы), открываемые с помощью специальной магнитной карты или других сложных сигнальных электронных устройств. Следует отметить, что и эта мера значительно затрудняет к ним доступ. Особенно при наличии комплекса защитных (физических и технических) мер здания, где расположен сейф, иное хранилище.

Подводя итоги, следует отметить, что защита специальными мерами ценной информации должна осуществляться как против конкурентов, так и преступных элементов, пытающихся овладеть ею. Меры защиты зависят от тех способов и приемов, которые применяют похитители. Использование для защиты секретов частных фирм самых сложных электронных устройств позволяет только сдерживать их утечку, но не останавливать этот вид деятельности, широко получивший в мировой практике название промышленный (коммерческий) шпионаж.

При создании на предприятии системы защиты информации необходимо правильно организовать [4]:

- учет и охрану некоторых видов материалов и готовых изделий (особенно опытных образцов);
- порядок делопроизводства с документами, содержащими предпринимательскую тайну (правила циркуляции, учета, хранения, уничтожения и др.);
- контроль за средствами копирования и размножения документов
- защиту коммерческой информации в средствах связи и вычислительной техники;
- охрану территории предприятия и его основных зданий и сооружений;
- контроль за посещениями данного предприятия посторонними лицами.

В деле защиты предпринимательской деятельности от различного вида угроз значительное место занимает персонал предприятия, который может стать как объектом, так и субъектом таких угроз. Это процесс предполагает проведение превентивных и текущих мер, направленных на работу с кадрами. Важность работы с персоналом определяется тем, что в случае желания сотрудника разгласить сведения (в силу корыстных или других мотивов), являющиеся коммерческой тайной, воспрепятствовать этому не смогут никакие, даже дорогостоящие средства защиты. Западные специалисты по обеспечению экономической безопасности считают, что сохранность конфиденциальной информации на 80% зависит от правильного подбора, расстановки и воспитания персонала.

Целесообразно, особенно при случайном подборе кандидата, произвести запрос на предыдущее место работы с целью получения характеристики его морально-деловых качеств, а также данных о погашенных судимостях.

Для более полного ознакомления с личностью кандидата имеется возможность воспользоваться услугами органов внутренних дел. Последние могут оказывать такого рода платные услуги в соответствии с приказом МВД РФ № 319 от 1994 года Органы внутренних дел предоставляют сведения о наличии (отсутствии) судимости кандидата и о лицах, находящихся в розыске.

В соответствии со статьей 21 Закона Российской Федерации «О государственной тайне» допуск граждан осуществляется в добровольном порядке и предусматривает: принятие на себя обязательств перед государством по нераспространению доверенных им сведений, составляющих государственную тайну;

- согласие на частичные временные ограничения их прав в соответствии со ст. 24 указанного закона;

- определение видов, размеров и порядка предоставления льгот, предусмотренных указанным законом. [1]

Подбор, основанный на случайном обращении кандидатов непосредственно в фирму, может представлять угрозу ее экономической безопасности в будущем.

После ознакомления с документами кандидата (личными документами, об образовании, прежней должности и стаже работы, характеристиками и рекомендациями), а последнего - с требованиями к нему и признания обоюдного соответствия, производится собеседование работника кадровой службы фирмы с кандидатом.

В случае успешного прохождения кандидатом проверки и признания его соответствующим должности, осуществляется заключение (подписание) двух документов:

- 1) трудового договора (контракта). Контракт обязательно должен содержать пункт об обязанности работника не разглашать конфиденциальную информацию (коммерческую тайну) и соблюдать меры безопасности;

- 2) договора (обязательства) о неразглашении конфиденциальной информации (коммерческой тайны), представляющего собой правовой документ, в котором кандидат на вакантную должность дает обещание не разглашать те сведения, которые ему будут известны в период его работы в фирме, а также об ответственности за их разглашение или несоблюдение правил безопасности (расторжение контракта и судебное разбирательство).

Непосредственная деятельность вновь принятого работника, в целях проверки его соответствия занимаемой должности и соблюдения правил работы с конфиденциальной информацией, должна начинаться с испытательного срока, в конце которого принимается окончательное решение о приеме кандидата на постоянную работу.

Список литературы:

1. Закон РФ от 21 июля 1993 г. N 5485-1 "О государственной тайне" (с изменениями и дополнениями) от 8 ноября 2011 г.
2. Долгополов Ю.Б. «Предпринимательство и безопасность», «Универсум», М., 2008
3. Кавеладзе И.Т., «Практика защиты коммерческой тайны в США (руководство по защите вашей деловой информации)», «ЭКО-консалтинг», М., 2010
4. Казакевич О.Ю., Конев Н.В., Максименко В.Г. и др. Предприниматель в опасности: способы защиты. Практическое руководство для предпринимателей и бизнесменов. М.: Юрфак МГУ, 2010.

УДК331.1

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА В СИСТЕМЕ
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ****Е.А. Горбунова**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

katekross@mail.r

Актуальность проблемы, рассматривающей организацию труда в системе управления персоналом, обуславливается сложностями модернизации рыночных отношений в России, нерешенностью задач достижения высокой организации труда, высокой конкурентоспособности продукции, работ, услуг.

Организация труда относится к научной отрасли экономики, имеет межотраслевое значение и реализуется через функцию управления. Организация труда опирается на современные достижения науки и передовой опыт, объединяет технику и людей в единый производственный процесс с целью:

- ✓ экономии материальных и трудовых ресурсов;
- ✓ увеличения производительности труда;
- ✓ сохранения здоровья человека и превращения труда в жизненную потребность.

Процесс труда всегда нуждается в организации, которая призвана способствовать не только получению экономического эффекта, но и развитию человека. Организация труда позволяет соединить в единый процесс производства орудия труда, предметы труда, труд, реализуя определенную технологию деятельности.

По сферам действия понятия «организация труда» разделяется на два вида:

1. Организация труда как категория общей экономической теории, определяющая формы социальной организации труда в различных общественно-экономических формациях или разных цивилизациях;

2. Организация труда как конкретно-экономическая категория.

В этой сфере различают понимание организации труда по уровням управления:

- организация труда в масштабе страны, региона или отрасли экономики;
- организация труда на предприятии, в учреждении, подразделении;
- организация труда на рабочем месте [2].

Управление производством должно согласовывать и координировать между собой все элементы процесса производства, в том числе организации труда всех работников, участвующих в производственном процессе. Для успешного функционирования управления производством необходима соответствующая организация труда управленческого персонала.

Одним из важнейших элементов является подбор, подготовка, переподготовка, а также повышение квалификации работников. Работа с кадрами относится к организации труда, так как без обеспечения определенного уровня умелости работника, без его профессиональных навыков нельзя рассчитывать на эффективную деятельность на производстве [1].

Другим главным элементом организации труда является разделение труда, которое представляет собой обособление видов трудовой деятельности между работниками, бригадами и другими подразделениями на предприятии.

Для организации высокопроизводительного труда требуется решить вопрос: как и каким образом следует выполнять работу. Для этого требуется установление рациональных методов и приемов труда. Конечно, способ выполнения работы в значительной степени определяется технологией, но каждая технологическая операция может быть выполнена по-разному: с большим или меньшим количеством движения, более или менее умело, с затратой различного количества времени и физиологической энергии.

Уровень труда на рабочем месте зависит также от совершенства системы его обслуживания. Организация обслуживания рабочих мест предполагает обеспечение рабочих мест всем необходи-

мым, включая техническое обслуживание, обеспечение сырьем, материалами, подачу всех видов энергии, контроль за качеством продукции, хозяйственное обслуживание[3].

Эффективный производственный менеджмент невозможен без научной организации труда. Научная организация труда является составляющей цикла производственного менеджмента на оперативном уровне. Она должна базироваться на достижениях науки и передовом опыте, обеспечивать повышение производительности труда и сохранение здоровья человека.

В состав научной системы организации труда и производства, согласно отечественным и зарубежным исследованиям, должны входить следующие десять подсистем организации и управления трудом[2]:

- разделение и кооперация труда, правильный выбор формы и вида, которых создает экономические основы для специализации рабочих и роста их профессиональной квалификации;
- расположение и обслуживание рабочих мест, четкий и постоянный порядок на которых обеспечивает у работников выработку так называемых автоматических навыков выполнения трудовых приемов;
- проектирование трудовых процессов, которое должно строиться на принципах экономии рабочего времени и энергетических затрат человека;
- обоснование трудовых нормативов и норм, требующих установления оптимальных затрат труда на выполнение работ;
- нормализация условий и интенсивности труда, регламентирующая условия, тяжесть и интенсивность в пределах допустимых норм;
- освоение трудовых процессов и норм труда, предусматривающее достижение равновесия фактических и проектных затрат времени на выполнение работы;
- экономическая оценка затрат и результатов труда, заключающееся в достижении максимальных результатов при заданных затратах труда или минимальных затратах труда;
- соблюдение трудовой и производственной дисциплины и регламента работы, которые основаны на выполнении проектных требований в процессе работы;
- мотивация и стимулирование продуктивности труда, которые предусматривают удовлетворение личного интереса каждого работника в высокой оплате труда;
- разработка системы управления трудовыми процессами, предусматривающей комплексное воздействие различных факторов на конечные результаты труда и производства.

В качестве одного из элементов научной организации труда можно рассматривать научно обоснованный учет кадров. Задача предотвращения текучести высококвалифицированного персонала, повышение всесторонней заинтересованности в исполняемой работе связаны с решением таких кадровых проблем, как осознание и четкое представление о том, где, когда и какой именно работник может быть использован с наибольшей эффективностью выполняемой им работы, с максимальным соответствием поставленным перед компанией стратегическим целям, кто и когда должен быть зачислен в резерв для выдвижения на новую должность, когда и как перемещен по службе[4].

Вопросы организации труда, его высокой культуры и правильной постановки имеют особую значимость для современного общества, потому что задачи управления внутренними процессами компании становятся все более и более сложными, повышается социальная ответственность каждого работника. В связи с этим в обеспечении оптимально необходимого уровня научной организации труда повышается значимость таких внутриличностных качеств работника, как сознательность, дисциплинированность и ответственность, связанные с его личной культурой, квалификацией, четким представлением каждого о конвергенции своей жизненной позиции и корпоративной цели, уверенности в пользе конечного ее результата.

Использование современного личного инструментария позволяет на индивидуальном уровне максимально эффективно использовать выделенное рабочее время, чем повышается рентабельность труда.

Осознание необходимости интенсификации производительности труда, уплотнения рабочего времени, соблюдения распорядка и режима работы, учета проделанной работы стимулирует творческую активность персонала.

В настоящее время для проведения исследований в области организации труда используются такие методы социологических исследований как: анкетирование, опросы и т. д. по специально разработанным программам. Методы изучения организации труда связаны с разработкой и применением специальных коэффициентов, характеризующих определенные величины и их соотношения. Практика знает и систему количественных показателей, дающих возможность сопоставить

уровень научной организации труда, характер и обоснованность принимаемых в зависимости от этого уровня управленческих решений, систему шкалирования и оценок научной организации труда[4].

В целях повышения культуры труда и эффективности работ по созданию и обеспечению здоровых и безопасных условий труда, достижения высоких результатов в реализации профилактических мер по предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, пропаганды и распространения передового опыта по научной организации труда в деятельности компании руководителям необходимо:

✓ усиливать пропаганду вопросов гуманизации труда среди управленческого состава всех уровней;

✓ выявлять и распространять положительный опыт работы в области обеспечения эстетических и психологических условий труда, а также охраны и безопасности труда в компании;

✓ на основе передового опыта и законодательства РФ регулярно улучшать условия и охрану труда работников в процессе трудовой деятельности; активизировать работу по профилактике и предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний, возникающих в процессе трудовой деятельности;

Стратегически верная разработка и реализация комплекса мероприятий по внедрению в организацию труда научных основ управления позволит вывести базовые показатели использования трудового потенциала коллектива на принципиально новый, высокий уровень, а также осуществить интенсификацию труда не столько на количественной, сколько на качественно новой основе, и успешно решать проблемы модернизации экономики.

Список литературы:

1. Волковицкая Г.А. Стимулирование труда: критерии качества // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2007. №27
2. Дубовик Л.Н. Управление и научная организация труда в условиях рыночной экономики // Проблемы современной экономики. 2005. №3/4 (15/16)
3. Скопылатов И. А., Ефремов О. Ю., Машаров И. М. Управление и диагностика персонала. СПб. Знание, 2002. С. 185.
4. Чашина О. Научная организация труда в системе управления персоналом компании // Управление персоналом. 2007. №12. С. 53 – 56

УДК 338.24

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

И.Г. Сергеева, Е.А. Грачева

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

irsergeeva@mail.ru

Для эффективной работы предприятия руководители в любой момент времени должны иметь информацию о том, какими ресурсами они располагают и насколько эффективно используются эти ресурсы. Используя и анализируя полную и достоверную информацию о своем ресурсном потенциале, компания может оперативно реагировать на изменения рыночной конъюнктуры. В целях повышения эффективности управления бизнесом современные компании используют автоматизированные системы управления предприятием (АСУП).

АСУП представляют собой комплекс программно-аппаратных средств, предназначенных для решения задач планирования и управления различными видами деятельности предприятия. В российской практике наиболее часто используют признанную во всем мире методологию ERP-систем.

ERP (англ. Enterprise Resource Planning – Управление ресурсами предприятия) – это организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения, обеспечивающего общую модель данных процессов для всех сфер деятельности [1]. ERP-система является пакетом программного обеспечения, который реализует стратегию ERP. По данным исследовательской компании Panorama Consulting, тремя крупнейшими платформами на рынке ERP являются SAP, Oracle и Microsoft.

Использование ERP-системы позволяет интегрировать все подразделения компании в единую бизнес-систему, обладающую единой базой данных, пригодных для информационного обмена внутри компании. Процесс включения ERP-системы в предпринимательскую деятельность компании является сложным и достаточно длительным, так как предполагает значительные изменения во внутренней структуре компании, в кадровом менеджменте и в процессах логистики. В тоже время внедрение ERP-системы не является самоцелью для корпорации, так как не гарантирует сиюминутного повышения эффективности бизнес-процессов. Поэтому использование ERP-системы может лишь способствовать повышению эффективности деятельности корпорации при условии реализации оптимальной корпоративной стратегии, целью которой является рост конкурентных преимуществ компании, повышение уровня ее капитализации, улучшение рыночной позиции.

Наибольшую популярность среди крупных корпораций получили 2 системы:

- *SAP ERP*;
- *Microsoft Dynamics AX*.

Отечественные компании в большинстве своем отдают предпочтение продуктам компании SAP, а также ERP-системе «1С: Предприятие 8», которая чаще всего используется малыми предприятиями. Система Microsoft Dynamics AX не получила широкого распространения в российской практике в связи с высокой стоимостью, однако в США она является самой популярной ERP-системой среди корпораций.

ERP-система компании SAP объединяет комплексное, масштабируемое и эффективное программное обеспечение для управления бизнесом и гибкую платформу, основанную на открытых технологиях. Система SAP ERP включает четыре прикладные области:

- «Управление финансами» (SAP ERP Financials);
- «Управление персоналом» (SAP ERP Human Capital Management, SAP ERP HCM);
- «Управление оперативной деятельностью» (SAP ERP Operations);
- «Управление сервисными службами предприятия» (SAP ERP Corporate Services).

SAP ERP-система используется преимущественно в крупных компаниях: Danone-Юнимилк, Mail.ru Group, PepsiCo, Porsche, Херох, Аэрофлот, ВТБ24, Газпром нефть, РусАл – Русский алюминий и др.

Microsoft Dynamics AX представляет из себя систему управления ресурсами для средних и крупных компаний, разработанную корпорацией Microsoft. Данная система охватывает такие области менеджмента, как:

- Управление производством (дискретное, непрерывное, бережливое);
- Управление дистрибуцией в сложных цепочках поставок;
- Управление розничными сетями;
- Управление финансами, включая учет по различным стандартам в холдинговых структурах;
- Управление проектной деятельностью и сервисным обслуживанием;
- Контроль и анализ бизнеса, соответствие корпоративным политикам;
- Управление продажами, маркетингом, взаимоотношениями с клиентами;
- Управление персоналом.

По состоянию на 2013 год система работает более чем в 12 000 компаниях по всему миру. Доля компаний, использующих данную систему на российском рынке, составляет 6,9% [3]. Система Microsoft Dynamics AX используется в таких отечественных компаниях, как Аэропорт Пулково, ОКей (сеть гипермаркетов), Почта России, Рамблер-Афиша, Ростелеком, Тинькофф, Тойота Мотор и др.

ERP-система 1С:Предприятие 8 - это комплексное прикладное решение фирмы "1С", охватывающее основные контуры управления и учета на производственном предприятии. 1С:Предприятие 8 включает:

- 1С:Бухгалтерия 8;
- 1С:Зарплата и Управление Персоналом 8;
- 1С:Предприятие 8. Управление производственным предприятием;
- 1С:Предприятие 8. Управление торговлей.

Данное программное обеспечение занимает второе место на российском рынке ERP-систем и имеет долю около 30% [2]. ERP-система 1С:Предприятие 8 используется следующими компаниями: Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы, Детский мир, Императорский фарфоровый завод, КамАЗ, Люмене (Lumene), МЧС России, Объединенная Энергостроительная Корпорация и др.

Внедрение современных автоматизированных систем управления предприятием является необходимым условием конкурентно-способной деятельности публичной компании. В настоящее время программные продукты системы ERP используются в большинстве крупных организаций вне зависимости от вида деятельности, формы собственности или страны.

Список литературы:

1. Городецкий П.А. ERP-системы: трудности выбора и внедрения. Энергополис, 2012. 7 (55). С. 14.
2. Мещеряков В.Е. Российский рынок ERP: 1С растет быстрее всех. CNews, РосБизнесКонсалтинг, 2012.
3. Мысев Э.Д. ERP-системы (мировой рынок) www.taviser.ru, 2013.

УДК 338.24

БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А.В. Клочкова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

a.v.klochkova@mail.ru

Предприятие в современной экономике представляет собой сложную многоуровневую организацию, которая подвергается воздействию многих факторов внешней среды. Выявляя основные принципы качественного менеджмента на предприятии, следует учитывать неопределенность внешней среды (как национальной экономической системы, так и мирового хозяйства), и проявление этой неопределенности в качестве факторов системного (политического и экономического) риска. Соответственно, совокупность базовых принципов результативного управления предприятием должна быть гибкой, легко адаптирующейся к различного рода изменениям, учитывающей внешние и внутренние факторы риска.

Менеджмент на предприятии следует рассматривать с двух точек зрения: управление производственной системой и управление коммерческими процессами.

В экономической литературе, посвященной данной проблематике, в качестве важнейших принципов организации управления производством выделяют:

1. принцип целевой совместимости и сосредоточения. Речь идет о создании целенаправленной системы управления, ориентированной на организацию производства той продукции, в которой в данное время нуждается потребитель;

2. принцип непрерывности и надежности. Реализация данного принципа заключается в создании таких условий производства, при которых достигается стабильность и непрерывность заданного режима производственного процесса;

3. принцип планомерности, пропорциональности и динамизма. Система менеджмента должна быть нацелена на решение не только текущих, но и долговременных задач развития предприятия с помощью долгосрочного, текущего и оперативного планирования;

4. принцип распределения функций управления, основанный на общественном разделении труда. За каждым функциональным подразделением предприятия необходимо закрепить определенную часть управленческой работы. Подготовку управленческого решения и ответственность за его реализацию целесообразно возлагать на тот отдел, который в большей степени владеет информацией о соответствующем объекте и наиболее заинтересована в реализации и эффективности принятого решения;

5. принцип научной обоснованности управления, то есть средства и методы управления должны быть научно обоснованы и выверены на практике. Для соблюдения этого принципа необходим непрерывный сбор, обработка и анализ актуальной информации;

6. принцип соответствия управления заданным критериям эффективности (в первую очередь рациональность, результативность и конкурентоспособность);

7. принцип совместимости личных, коллективных и государственных интересов;

8. принцип контроля и проверки исполнения принятых решений, что должно выражаться в четкой (при необходимости поэтапной) оценке проведенных мероприятий, выявлении и устранении недостатков.

Второй блок менеджмента на предприятии составляет управление коммерческими процессами, то есть всем тем, что не относится к производству, а связано с доведением произведенной продукции до конечного потребителя. К принципам этого блока относят:

1. принцип ориентации на рынок в двух аспектах: потребитель и поставщик. От менеджмента предприятия требуется четкое представление целевого потребителя своей продукции, его специфики, модели его поведения, а также знание рынка поставщика, что предполагает постоянный мониторинг внешней среды;

2. принцип федерализма: наделение подразделений разумной автономией, необходимой информацией и ответственностью более результативно, чем, например, жесткая авторитарная система управления;

3. принцип межфункциональной интеграции: носители одних функций в определенных случаях могут и должны быть включены в реализацию других (связанных с упомянутыми выше) функций;

4. принцип организационной гибкости связан с тем, что современная организация развивается достаточно динамично;

5. принцип профессионализации коммерческой деятельности: усилия по доведению готовой продукции до потребителя должны восприниматься менеджментом предприятия как сфера деятельности не менее важная, чем непосредственно процесс производства;

6. принцип эффективного организационного сжатия: организационная структура предприятия не должна быть отягощена «лишними» звеньями, нарушающими ее логику и рациональность;

7. принцип сокращения логистического сжатия (минимизация времени от момента закупки материальных ресурсов до поступления их в производство, а также от выхода готовой продукции до поступления ее к потребителю);

8. принцип обеспечения аккумуляции коммерческого опыта и потенциала включает в себя целевой поиск сотрудников, способных обогатить персонал предприятия новыми знаниями и опытом, минимизацию возможной «утечки» квалифицированных кадров и организацию систематического обучения более опытными сотрудниками менее опытных;

9. принцип укрепления стратегических партнерских связей состоит в выявлении стратегических партнеров (поставщиков и покупателей), разработке системы их поощрения и стимулирования долгосрочных отношений с ними;

10. принцип обеспечения информационной прозрачности внешней и внутренней среды, то есть создание единой информационной системы.

Соединив два представленных блока условий, необходимых для создания и реализации эффективного менеджмента на предприятии, получим совокупность базовых требований к управлению:

1. системность;
2. целеполагание;
3. единонаправленность интересов субъектов управления на различных уровнях;
4. планирование;
5. гибкость;
6. разделение труда;
7. рациональность организационной структуры;
8. делегирование полномочий подразделениям;
9. научная обоснованность методов управления;
10. контроль за результативностью управления;
11. информационный мониторинг внешней среды;
12. обеспечение прироста кадрового потенциала.

Важным достоинством полученных двенадцати характеристик эффективной системы управления является то, что эта система будет учитывать внутренние и внешние для предприятия факторы риска и обеспечит устойчивость предприятия в нестабильной рыночной среде (как на национальном, так и на международном уровне). Такая устойчивость выражается в наличии «иммунитета», сопротивляемости организации политическим и экономическим кризисам и высокой степени адаптации (благодаря внутренним механизмам гибкости) к изменениям, динамике внешней среды.

Список литературы:

1. Волков Ю. В. Принципы управления коммерческой деятельностью в производственной организации [Электронный ресурс] URL: <http://www.klubok.net/article1096.html> (дата обращения: 28.06.2013).

2. Яркина Т. В. Основы экономики предприятия. – М.: Изд-во РГИУ, 2005. – 85 с.

УДК 65.012.32

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДОБАВЛЕННАЯ СТОИМОСТЬ – КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ¹ КОМПАНИЙ В ПОСТКРИЗИСНЫЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ

Б.Б. Коваленко

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

kovalengkob@mail.ru

Экономическая деятельность хозяйствующих субъектов, находится под воздействием внешних факторов и развивается циклично. В условиях циклического развития, менеджмент компаний пребывает в состоянии постоянного поиска форм и методов реагирования на происходящие изменения. Одной из форм реакции менеджмента на внешние изменения является реструктуризация компаний.¹ Планы реструктуризации могут иметь различные варианты осуществления. Проблема заключается в том, чтобы выбрать из альтернатив наиболее эффективный вариант. Критерием выбора может быть показатель экономической добавленной стоимости (EVA – Ekonomik Value Added).

В настоящее время показатель EVA применяется для оценки стоимости компании [1]. Этот показатель может быть использован для определения эффективности функционирования компании в целом и ее отдельных подразделений [5]. Кроме того, EVA может быть индикатором качества управленческих решений. Положительная величина EVA означает, что менеджмент обеспечивает увеличение стоимости компании и доходность капитала, ожидаемую акционерами [1]. Отрицательное значение EVA свидетельствует об обратной тенденции. То есть, определение экономической добавленной стоимости позволяет выяснить, является ли получаемый компанией доход достаточным для подтверждения того, что ожидания акционеров и меры, принимаемые менеджментом по управлению компанией, являются достаточными по сравнению с альтернативными вложениями. Таким образом, на основе показателя EVA может быть выстроена система оценки вариантов решений по планам реструктуризации компаний, так как именно этот показатель дает наглядное представление об ожидаемой операционной прибыли и затратах на капитал.

Определяется показатель экономической добавленной стоимости как разность между чистой операционной прибылью после налогообложения и затратами на привлечение капитала:

$$EVA = NOPLAT - IC \times WACC, \quad (1)$$

где: NOPLAT (net operating profit after taxes) – операционная прибыль;

WACC (cost of capital) – средневзвешенная стоимость капитала;

IC (invested capital) – весь инвестированный капитал.

Используем данный подход к оценке эффективности реструктуризации активов компании «Danone-Юнимилк», осуществляемой по мере реализации стратегии слияния одноименных компаний. Критерием эффективности на основе приведенных ранее доводов, избрана величина экономической добавленной стоимости, характеризуемой показателями, которые приведены в таблице 1.

¹ Реструктуризация – процесс изменения структуры и отдельных элементов деятельности компании под влиянием факторов внешней и внутренней среды: собственности, активов, производства, сбыта, управления. Включает: совершенствование управления компанией, ее операционной деятельностью и т.д.

Таблица 1

Показатели деятельности «Danone-Юнимилк» для расчета экономической добавленной стоимости

2011	2010	2009	2008	2007
NOPAT (net operating profit after taxes) - чистая прибыль (тыс.руб.)				
1.946.543	2.542.187	2.974.000	3.141.000	1.748.000
IC – инвестированный капитал (тыс.руб.)				
36.534.829	33.580.879	34.198.000	31.130.000	28.253.000
WACC (weighted average cost of capital) - средневзвешенная стоимость кап-ла (%)				
5,1	7,1	8,0	8,3	4,3
EVA (economic value added) – экономическая добавленная стоимость (тыс.руб.) EVA = NOPAT – IC x WACC				
93.267	157.945	248.160	547.210	589.627

Источник: рассчитано автором на основе отчетов компании

Концепция EVA была использована для того, чтобы определить, все ли резервы роста стоимости в процессе реструктуризации активов были использованы менеджментом компании. Для анализа динамики создания стоимости мы использовали показатели, характеризующие отдельные стороны коммерческой деятельности «Danone-Юнимилк» [7].

Результаты анализа показали, что величина EVA за весь анализируемый период реализации стратегии слияния компаний «Danone» и «Юнимилк» и последующей реструктуризации активов, сохраняет свое положительное значение. На наш взгляд, положительная динамика этого показателя означает, что компания привлекательна для инвесторов, следовательно, рыночная стоимость такой компании в своем потенциале будет возрастать. То есть, прибыль, которую генерирует компания обеспечивает акционерам отдачу на капитал.

Однако, расчеты показывают, что этот показатель за этот же период, обнаружил тенденцию к устойчивому падению. Поэтому, несмотря на рыночные успехи анализируемой компании, гипотетически возможно предположение, что потенциал экономической добавленной стоимости на определенном этапе развития будет исчерпан и этот показатель примет отрицательное значение. Проблема такого свойства может стать реальностью. Для предвосхищения подобного развития событий, на наш взгляд, необходимы профилактические меры. Поскольку целью менеджмента в рыночных условиях хозяйствования является увеличение стоимости бизнеса, управление экономической добавленной стоимостью сводится к обеспечению постоянного положительного значения EVA. Для воплощения этой цели в деятельность компании, необходимо обеспечить соответствующий уровень доходности текущих активов и инвестиций.

Управление существующими активами должно быть настроено на выявление факторов, способствующих ее увеличению, то есть росту прибыли и/или уменьшению размера капитала и его стоимости.

Работа по увеличению прибыли, исходя из специфики деятельности анализируемой компании может заключаться: в увеличении оборота, росте маржи, повышении оборачиваемости активов, снижении прямых и косвенных издержек. Для оптимизации необходимого капитала, на наш взгляд, следует сотрудничать с наиболее надежными контрагентами. Для группы компаний, производящих преимущественно сырье для молочной продукции, наиболее актуальным может стать повышение эффективности работы по таким направлениям: поставщики сырья, управление дебиторской задолженностью, перераспределение капитала между бизнес-направлениями.

Необходимо рассмотреть меры по сдерживанию роста тех направлений бизнеса, которые требуют значительных вложений капитала, и инвестировать в направления, которые могут быть удовлетворены наименьшим объемом денежных средств. При этом, на наш взгляд, следует использовать репутацию «Danone» как одного из крупнейших участников мирового рынка молочных продуктов и продолжить привлечение внешних источников финансирования для развития компании. Это может дать лучшие и относительно дешевые результаты, чем наращивание собственного капитала. Это даст возможность сохранить на длительную перспективу баланс стоимости собственных и заемных средств.

Акционерам и менеджерам, на наш взгляд, предстоит решить одну из важнейших стратегических проблем, которые возникают при решении задач управления с использованием

показателя EVA. Предстоит определить соотношение между прибыльностью компании и темпами роста бизнеса. Высокие значения EVA и высокие темпы роста являются величинами разнонаправленными. Чем быстрее растет бизнес и реинвестируется больше прибыли, тем ниже будет показатель экономической добавленной стоимости.

Представляется, что для решения этой проблемы необходимо развивать стратегическое управление компанией. При разработке стратегии могут быть определены приоритеты компании на данном этапе ее развития. Исходя из концепции EVA, эти приоритеты должны выражаться в определении допустимых границ данного показателя. При принятии стратегии роста значение EVA в течение определенного периода может быть отрицательным, однако при этом нельзя допускать потери стабильности бизнеса. Экономическая добавленная стоимость, равная нулю, в этом смысле является ставкой, уравнивающей интересы акционеров и уровень инвестиций.

Проведенный анализ, на наш взгляд, способствует укреплению позиции, в соответствие которой, использование EVA на российских предприятиях имеет перспективу, несмотря на то, что популярность управления компаний на основе стоимостных критериев в России пока еще низкая. По нашему мнению, это отклик на относительно слабый российский фондовый рынок. Тем не менее, отношение к его институтам постепенно меняется. Фондовый рынок воспринимается менеджментом российских компаний как источник долгосрочного капитала и мониторинга стоимости компаний. Интерес к инвестиционным операциям возрастет. Вознаграждения менеджеров все чаще устанавливается в зависимости от показателей стоимости компаний. В этих условиях значение показателя EVA становится весьма весомым аргументом.

Список литературы:

1. Брейли М., Майерс С. Принципы корпоративных финансов / Пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004. 1008 с.
2. Валдайцев С.В. Оценка бизнеса. Учебник. М.: Изд-во Проспект, 2006. сс. 3 – 26. 360 с.
3. Вопросы стоимости. Овладевайте новейшими приемами управления, инвестирования и регулирования, основанными на стоимости компании / Под ред. Э. Блэка / [Пер. с англ. Н.А. Мельник]. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2009. 400 с.
4. Коупленд Т., Коллер Т., Муррин Дж. Стоимость компаний: оценка и управление. 3-е изд., перераб. и доп. / Пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. 576 с.
5. Мартин Дж., Петти В. Управление, основанное на стоимости. Корпоративный ответ революции акционеров / Пер. с англ. Днепропетровск.: Изд-во «Баланс Бизнес Букс», 2006. 272 с.
6. Скотт М. Факторы стоимости: Руководство для менеджеров по выявлению рычагов создания стоимости / Пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. 432 с.;
7. Отчеты о прибылях и убытках ОАО "Danone-Юнимилк" 2007 – 2011 г.

УДК 330

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА В СИСТЕМЕ ГЛОБАЛЬНОГО КУЛЬТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА**М.А. Макаrenchенко, И.Б. Новикова**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

makarchenko68@mail.ru

По мнению большинства исследователей, имея представление о национальной культуре, можно делать выводы о тех или иных особенностях организационных культур, свойственных большинству компаний в этой стране. В наибольшей степени, исследователи связывают это с менталитетом граждан и различиями в отношении работников и менеджеров компаний к бизнес-процессам в разных странах.

Но как и в какой степени воздействует национальная культура на культуры конкретной фирмы? Что будет иметь решающее значение при формировании организационной культуры: особенности микросреды или особенности макросреды? Можно ли говорить о единой национальной культуре применительно к России, поскольку в разных регионах России живут люди разных национальностей, вероисповеданий, обладающие разным исходным менталитетом? Эти вопросы, как правило, не имеют аргументированных ответов, и поиску ответов на них было посвящено проведенное осенью 2007 года исследование.

Основная задача исследования состояла в том, чтобы проанализировать организационную культуру максимально сходных между собой фирм, находящихся в различных странах. Было решено провести исследование российского и аргентинского предприятий.

Исследование проводилось по методике Г. Хофстида [1], которая признается в настоящее время надежным инструментарием измерения особенностей национальной культуры, Оно не только позволило ответить на ряд вопросов, но и поставило новые, которые и хотелось бы обсудить.

В качестве объекта исследования были отобраны два предприятия – российское и аргентинское, объединяемые целым рядом параметров, главными из которых являются: сфера деятельности, размер (численность персонала), уровень конкуренции, особенность местонахождения.

Оба предприятия обслуживают монополии, занимающиеся поставкой газа, и имеют с ними устойчивые долгосрочные отношения. Использовался инструментарий на родном для респондентов языке.

Фактически было осуществлено сплошное исследование сотрудников фирм, участвовавших в опросах. Сравнительная структура респондентов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Структура респондентов

Сравниваемые характеристики	ООО «Крона»	Termoelectrica Rio Chico
Общая численность опрошенных	14 человек	14 человек
Менеджеры	28,57%	21,42%
Специалисты	35,71%	35,71%
Исполнители	35,72%	42,87%
Имеющие высшее образование	64,28%	21,42%
Женщины	21,43%	21,43%
Средний возраст респондентов	47 лет	43 года

Как показывают данные приведенной таблицы, существует большое сходство в структуре респондентов исследованных предприятий практически по всем параметрам, кроме образовательного уровня

Согласно методике Г. Хофстида выделяются четыре признака, которые отличают одну национальную культуру от другой.

1). Параметр «индивидуализм – коллективизм» характеризует уровень противопоставления личных интересов интересам коллектива (IDV).

2). Параметр «дистанция власти» (PDI) определяет насколько в данной культуре велико неравенство между руководителем и подчиненным.

3). Характеристика «избегание неопределенности» подразумевает легкость, с которой культура воспринимает изменения и связанные с ними риски (UAI).

4). Измерение «мужественность – женственность» (MAS) имеет в основе противопоставление «мужского» и «женского» начала.

Сопоставление официальных результатов исследования России и Аргентины по методике Хофстида представлено на рис.1.

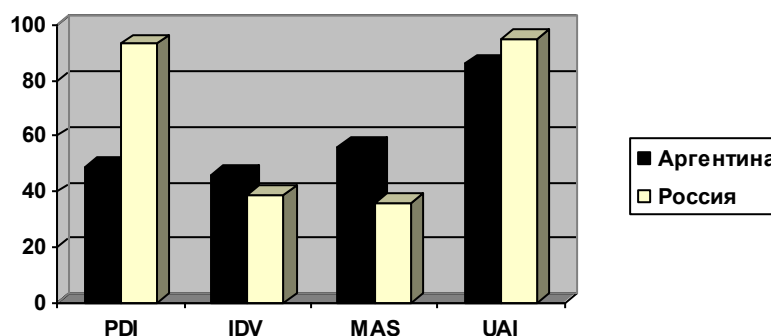


Рис.1. Сопоставление культур Аргентины и России на основе методики Г. Хофстида

Анализируя представленный график можно сделать вывод, что России свойственна значительно существенно более высокая дистанция власти (фактически в 2 раза), чем Аргентине и более низкий уровень мужественности. Данные по двум другим шкалам сходны.

При исследовании ООО «Крона» и Termoelectrica Rio Chico получены данные, представленные на рис.2, свидетельствующие о существенном отличии результатов этих исследований от представленных на рис.1.

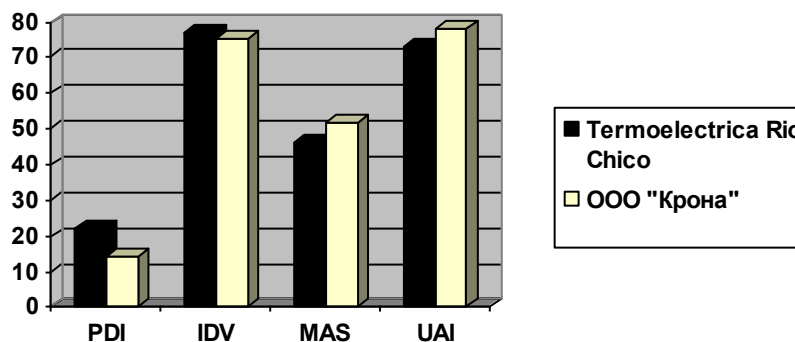


Рис.2. Сопоставление результатов исследования российского и аргентинского предприятия по методике Хофстида

В чем причина подобного результата? Выскажем некоторые предположения.

1). Макрокультурные характеристики не оказывают столь существенного влияния на корпоративную культуру, как это принято считать. Решающими являются характеристики микросреды. В этом случае, поскольку данные фирмы очень похожи (см. табл.1), то и полученные результаты исследования имеют большие сходства друг с другом, чем с типичной культурой страны, представленной на рис.1.

2). Исследование Хофстида недостаточно репрезентативно.

На основе имеющегося материала изучения культуры российских предприятий по методике Хофстида можно предположить, что результаты конкретных исследований будут весьма отличаться друг от друга в зависимости от территориального (регионального) месторасположения фирмы. Это связано с тем, что Россия является многонациональным и многоконфессиональным государством, кроме того, значительную роль играет отставание некоторых регионов России в экономическом и социальном развитии. Поэтому, говоря о российском менеджменте, следует, на наш взгляд, ввести понятие *региональной культуры* – культуры отдельно региона или группы регионов страны. Введение термина региональной культуры и изучение особенностей и характеристик отдельных регионов России может послужить значительным толчком для дальнейшего изучения культуры РФ.

Другой проблемой, которую позволяет выявить проведенное исследование, является формирование методики оценки влияния макрокультурной среды на организационную культуру. В настоящее время такая методика отсутствует, а применение метода Хофстида ограничено приведенной выше проблемой его применимости. В тоже время создание подобной методики имело бы большое значение в русле предпринимаемых государством и обществом усилий, направленных на повышение социальной ответственности бизнеса и формирование, если так можно выразиться, предпринимательства с человеческим лицом. Однако эти усилия останутся безуспешными, если предписываемые этические нормы и правила не войдут органичным образом в состав культуры фирмы, не станут ее частью. Для решения подобной задачи необходимо определить сам механизм оценки воздействия внешних факторов на культуру фирмы.

Список литературы:

1. Hofstede G. H., Culture's Consequences. – L.: Sage Publications, 1980.

УДК 338.001.36

ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕГИОНА

Л.Ю. Ласкина, Ю.А. Миничева

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

minichevay@mail.ru

В последнее время анализ инвестиционной привлекательности является объектом активных научных исследований. Проблема методического обеспечения ее комплексного анализа представляет не только теоретический, но и практический интерес.

Для стабильного развития предприятию необходимо постоянно совершенствовать свою деятельность, быстро реагировать на изменяющиеся условия окружающей среды, предлагая на рынке современный, качественный и удовлетворяющий потребителя товар.

Систему показателей роста как отдельной проекции фундаментального анализа на уровне фирмы формируют три группы показателей:

1) традиционно фиксируемые по компании показатели динамики за прошлые периоды выручки, прибыли на акцию (EPS) и дивидендных выплат, аналитические показатели устойчивого темпа роста (бизнеса и прибыли), усредненные за ряд лет оценки темпов роста;

2) среднеотраслевые показатели роста или темп роста по выборке конкурирующих компаний и значения превышений темпов роста компании над отраслевыми значениями;

3) показатели выручки роста

В последнее время все больше аналитиков обещают рост акций компаний, представляющих пищевой сектор.

Наиболее привлекательными для инвесторов пищевыми предприятиями Санкт-Петербурга являются такие компании, как Балтика, Вимм-Билль-Данн, Балтийский берег, Парнас-М.

Характеристика показателей оценки инвестиционной деятельности компании

Показатель	Комментарии	Характеристика
EPS	Прибыль на акцию компании	Финансовый показатель, равный отношению чистой прибыли компании, доступной для распределения, к среднегодовому числу обыкновенных акций.
P/E	Цена/прибыль	В настоящий момент времени на мировом фондовом рынке отношение капитализации компании к прибыли составляет 10-12. Достоинство показателя P/E в том, что не обязательно в сравнении должны фигурировать компании, абсолютно совпадающие по размеру: по величине выручки или активов по балансу. Компании должны быть подобны по риску.
P/S	Цена/объем продаж	Финансовый показатель, равный отношению рыночной капитализации компании к ее годовой выручке. Коэффициент цена/выручка является одним из основных показателей, применяющихся для сравнительной оценки инвестиционной привлекательности акционерных компаний. В качестве предпосылки допускается однородная отрасль, где разумные инвесторы ожидают, что выручка последовательно создаст соответствующие объемы прибыли или денежного потока. Малые значения коэффициента сигнализируют о недооцененности рассматриваемой компании, большие — о переоцененности. Существенным преимуществом P/S является то, что она не принимает отрицательных значений, как коэффициент P/E, а также более устойчива к субъективным факторам и злоупотреблениям менеджмента компаний.
ROE	Рентабельность собственных активов	Относительный показатель эффективности деятельности. Показывает отдачу на инвестиции акционеров с точки зрения учетной прибыли.
EV/EBITDA	Стоимость компании/прибыль до налогов, процентов, амортизации	Мультипликатор предоставляет возможность сравнения компаний с разным уровнем использования заемного капитала; компаний с разным уровнем амортизационных отчислений; применим для убыточных компаний.
P/BV	Отношение текущей рыночной капитализации компании к ее балансовой стоимости.	Балансовая оценка всегда положительна, даже при убыточности деятельности; балансовые оценки более устойчивы во времени, чем показатели прибыли; у компаний с относительно высоколиквидными активами рыночная стоимость их близка к балансовой.
EV/E	Стоимость бизнеса/прибыль	Показатель, который сравнивает стоимость предприятия с его годовой прибылью. Обычно используется для оценки низкорентабельных компаний.
EV/S	Стоимость бизнеса/выручка	Преимущества: выручка более устойчива во времени, чем прибыль, поэтому показатель предпочтительнее для циклических компаний с нулевой прибылью. Даже при убыточности деятельности выручка, как правило, имеет место; в том случае, когда невозможно использовать показатель P/E, аналитики обращаются к «кратному выручки»

Источник: Теплова Т.В. учебник «Инвестиции», М.:ЮРАЙТ, 2011

В таблице 2 приведен анализ компаний с точки зрения основных показателей и фундаментальных коэффициентов.

Таблица 2

Анализ компаний по основным показателям и фундаментальным коэффициентам

	Капитализация, млн.руб	Выручка, млн.руб	ЕВITDA, млн.руб	Чистая прибыль, млн.руб	EPS,млн. руб	P/E	P/S	ROE,%	EV/ЕВITDA	P/BV	EV/E	EV/S
Балтика	231797	79307	26894	19171	34,8	12,1	2,9	34,8	8,6	4,2	12,9	3,1
Вимм-Биль-Дан	59796	69190	3697	3697	17,4	16,2	0,9	17,4	7,8	2,9	20,6	1,1
Балтийский Берег	3272	7915	1705	1634	18	20,1	0,4	3,7	4,2	0,7	46,8	1
Парнас-М	5438	18852	1947	1485	16,5	11,2	0,3	16,5	2,1	1,9	12,2	0,3
ЮниМилк	37470	36085	6606	4387	22,9	8,5	1	22,9	9,1	9,1	13,6	1,7

Источник: данные годовых отчетов компаний за 2011 год.

Компании Парнас_М и Балтийский берег по показателям P/E и P/S имеют относительно низкую рыночную стоимость единицы прибыли компании. Парнас_М имеет низкую рентабельность собственного капитала, что свидетельствует о недостаточно эффективном использовании компанией материальных ресурсов.

Вимм-Биль-Данн достаточно хорошо оценена рынком. Ее капитализация составляет 59796 млн.руб. Компания имеет высокие показатели выручки, чистой прибыли, пок-ля ЕВITDA, прибыли на акцию. Срок окупаемости инвестиций в данное предприятие составляет примерно 6 лет.

Компании Балтика и Юнимилк из года в год поддерживают показатели капитализации, чистой прибыли и рентабельности собственного капитала на очень высоком уровне, что является положительным фактором.

Из приведенных компаний наибольшую инвестиционную привлекательность имеют Балтика, Вимм-Биль-Данн и Юнимилк, поскольку они имеют наибольшую рентабельность собственного капитала, прибыли, капитализации, предприятия высоко оценены отраслевым рынком.

Более высокие показатели капитализации создают данным компаниям ряд преимуществ: возможность экономии на масштабе по операционным издержкам, привлечение дешевого заемного капитала, относительная устойчивость операционной и чистой прибыли, увеличение инвестиционной гибкости через расширение круга возможных инвестиционных проектов ввиду снижения обще стоимости привлекаемых денежных средств. Подразумеваемая доходность таких компаний оказывается выше доходности аналогов.

Дивидендная политика данных компаний направлена на поддержание котировок и способствует продолжению роста как обычных, так и привилегированных бумаг.

Список литературы:

1. Годовые отчеты компаний за 2011 год.
2. Теплова Т.В. Инвестиции: учебник / Т. В. Теплова. М. : Издательство Юрайт ; ИД Юрайт, 2011. 727 с.

УДК 338.001.36

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ЗАО «БАЛТИЙСКИЙ БЕРЕГ»**Г.П. Петропавлова, Ю.А. Миничева**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

minichevay@mail.ru

ГК «Балтийский Берег» – это известная в СЗФО группа компаний, которая ведет свой бизнес в сфере рыборазведения (атлантического лосося) и реализации рыбопродукции. Она была создана в 2000 году профессионалами рыбной отрасли, что находит отражение и в логике ее развития. Так, в 2009 году компания купила иностранные компании (норвежскую компанию и шотландский фонд), которые занимались выращиванием атлантического лосося в прибрежной акватории Баренцева моря, создав тем самым новое направление своей деятельности – разведение ценных пород рыб (лосось, семга, форель). Общая проектная мощность этих предприятий составляла до 18 тыс. т готовой продукции в год. В течение года после покупки существующих ферм была введена в эксплуатацию еще одна, что увеличило расходы компании на развитие еще более, чем на 1 млн руб. Так появилась ГК «Русский лосось». Важно заметить, что именно с этого момента начинает снижаться 100% доля норвежских производителей в поставках семги на стол российских потребителей.

В 2011 году компания «Русский Лосось» выиграла тендер на право водопользования 11 прибрежными акваториями Баренцева моря до 2022 года, что создает ей хорошие условия для стабильного развития. Важно отметить, что теперь только компания «Балтийский Берег» владеет правом пользования морской акватории в столь уникальном для промышленного разведения рыбы месте на территории РФ (омывается Гольфстримом). Поэтому вполне обоснованными выглядят планы руководства компании по повышению доли компании к 2105 году занять 40% рынка лосося в России. Для обеспечения этого роста в распоряжении компании имеется шесть рыбодонных ферм, полностью оснащенных современными судами-кормораздатчиками, необходимым количеством садков и всей береговой инфраструктурой. Основной российский конкурент компания «Русское Море» занимается выращиванием форели в Карелии.

Работа рыбоперерабатывающих компаний по разведению рыб ценных пород призвана снизить сложившуюся на сегодня высокую зависимость российского рынка от импортных поставок, а также повысить качество потребительской корзины россиян за счет:

- ✓ Снижения рыночных цен на рыбную продукцию (вследствие отсутствия таможенных пошлин и ввозного НДС, использование государственных субсидий отечественным производителям в размере 2/3 ставки рефинансирования);
- ✓ Улучшения качества рыбной продукции (свежая рыба вследствие близости доставки).

Кроме того, сегодня ГК «Балтийский Берег» является крупнейшим в России производителем пресервов. Доля компании на российском рынке в сегменте производства и продажи пресервов из филе сельди, морепродуктов и морской капусты составляет более 25%.

ГК «Балтийский Берег» поставляет продукцию по всей территории страны. Для этого компания постоянно совершенствует собственную региональную сеть дилеров и активно сотрудничает с оптовыми компаниями и крупнейшими ритейлерами: ЗАО «Тандер» (Магнит) с 2006 г., X5 Retail («Пятерочка», «Перекресток», Карусель») с 2002 г., ЗАО «Лента», с 2001 г., ЗАО «Ашан», с 2005 г.

Столь масштабные изменения в производственной базе ведут к необходимости обеспечения ее сбалансированности, поэтому планы развития ГК «Балтийский Берег» включают в себя:

- ✓ Увеличение производственных мощностей в Ломоносовском районе Ленинградской области
- ✓ Завершение строительства рыбоперерабатывающего завода в Лахте
- ✓ Строительство филировочного и мукомольного производства в связи с увеличением объемов производства

- ✓ Строительство собственной фабрики по выращиванию малька
- ✓ Строительство завода по производству кормов для повышения рентабельности производства

Основными негативными факторами, которые могут в ближайшие годы воздействовать на темпы развития ЗАО «Балтийский Берег» являются:

- ✓ Резкое увеличение стоимости потребляемых компанией продукции, работ, услуг
- ✓ Повышение цен на энергоносители и тарифов на транспортировку грузов, что может негативно повлиять на рентабельность
- ✓ Увеличение процентных ставок, которое приведет к удорожанию как краткосрочных, так и долгосрочных кредитных ресурсов
- ✓ Увеличение таможенных пошлин на импортное сырье, товары, упаковку
- ✓ Задержки или отсутствия платежей со стороны контрагентов в связи с их неплатежеспособностью или временными трудностями
- ✓ Исполнение обеспечения компании в форме поручительства по долгам третьих лиц.

Таким образом, можно констатировать, что финансовые риски дальнейшего устойчивого развития компании очень велики. Так ли это, мы увидим на основе информации, представленной в таблице 1.

Согласно представленной информации в таблице 1 мы можем отметить негативную тенденцию, когда на фоне роста объемов продаж снижается получаемый финансовый результат, а в 2011 году был получен и убыток в сумме 215 млн. руб. Это неизбежно ведет к снижению рентабельности деятельности компании.

Таблица 1

Основные финансовые показатели (млн. руб.)

Показатель	2009	2010	2011
Выручка от продаж.	3884	4190	4740
ЕВИТДА	529	595	138
Чистая прибыль (убыток (-))	192	83	-215
Активы	2463	3783	4315
Долг	1746	2483	3769
Чистая рентабельность, %	5,9	2,0	-4,5

Источник: ЗАО «БАЛТИЙСКИЙ БЕРЕГ» (МСФО)

Согласно международной оценке эффективности бизнеса в 2010 году показатель ЕВИТДА демонстрировал положительную динамику, однако в 2011 году он снизился на 457 млн. руб. Довольно резкий спад экономических показателей обусловлен снижением чистой прибыли и налога на прибыль, а также увеличением стоимости активов фирмы. Снижение рентабельности компания связывает с удорожанием импортного сырья на фоне роста курса валют.

На этом фоне достаточно проблематичным представляется возможность заявленных мероприятий в дальнейшем развитии компании, таких как увеличение масштабов программы по использованию энергоносберегающих технологий (приобретение нового оборудования). И вместе с тем, в первоочередном порядке необходимо продолжать работу, направленную на обеспечение снижения относительных издержек производства и реализации продукции, что потребует:

- проведения дополнительного объема работ по расширению заключения долгосрочных контрактов (планы оцениваются в 5,7 млрд. руб.) ;
- расширить рынки сбыта с целью диверсификации торговых контрагентов, увеличения мест продаж по всей территории России;
- заключить долгосрочные контракты с поставщиками сырья и транспортных услуг;
- использовать дифференцированный подход к каждому сетевому оператору путем применения различных программ для стимулирования роста продаж;
- внедрить более жесткую систему кредитного контроля в отношении всех покупателей, работающих на условиях отсрочки оплаты.

Эти меры должны способствовать реализации генерального направления в стратегии развития данного вида бизнеса – снижение уровня зависимости от импорта до безопасного уровня для продовольственного обеспечения населения страны, что на сегодняшний момент в опреде-

ляющей степени связано с зависимостью компании от импортных закупок малька и корма. И в планах компании определен срок снижения этой зависимости – 2015 год.

Представляется, что в большом списке перспектив развития компании на ближайшие годы должен стать этот пункт, позволяющий изменить структуру затрат и сумму получаемых финансовых результатов.

Список литературы:

1. МСФО ЗАО «Балтийский Берег» 2009 – 2011гг.
2. Годовой отчет ЗАО «Балтийский Берег» 2011 год

УДК 338.244.42

ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

И.С. Минко

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

is_minko@mail.ru

Системное решение проблемы материального стимулирования инновационной деятельности предполагает рассмотрение ее, с одной стороны, как элемента системы управления научно-техническим прогрессом, с другой, как относительно самостоятельной системы, имеющей собственное строение и принципы организации. Системный подход позволит более обоснованно ответить на такие недостаточно разработанные вопросы, как уточнение объектов и задач материального стимулирования, определение показателей, источников, выбор форм поощрения работников в структурных звеньях промышленности за различные результаты инновационной деятельности.

Конечная цель состоит в разработке более совершенного организационно-экономического механизма материального стимулирования труда по ускорению научно-технического прогресса в промышленности. Средством достижения этой цели является разностороннее обоснование такой системы стимулирования, которая: 1) отвечает целям управления инновационным развитием отрасли; 2) соответствует экономической природе инновационной деятельности; 3) учитывает специфику ее промежуточных и конечных экономических и не выражаемых экономически результатов; 4) связана с экономическими условиями деятельности хозяйственных субъектов различных организационно-правовых форм; 5) отвечает принципам организации заработной платы; 6) увязана с развитием форм организации деятельности по разработке, созданию и внедрению инновационных решений; 7) обеспечена организационно и методически системой оценки инновационной деятельности на всех ее стадиях и во всех звеньях; 8) обеспечивает взаимную увязку видов материального поощрения с источниками поощрительных средств; 10) учитывает современное состояние и цели развития экономики Российской Федерации.

Как видно из приведенного перечня, развитие перечисленных аспектов теории материального стимулирования труда в инновационной сфере включает исследование и разработку множества общих и частных проблем. Для этого требуется выработка комплекса общесистемных положений.

Представляется, что такими общесистемными положениями являются следующие.

1. Обоснованная классификация объектов материального стимулирования в инновационной сфере. Одну группу объектов составляют существующие хозяйственные субъекты – предприятия всех организационно-правовых форм, организации, их объединения, сетевые структуры, кластеры и другие экономические системы. Их деятельность и цели сравнительно постоянны и долгосрочны. К другой группе относятся объекты управления проектного типа – инновационные проекты, темы, программы. Их существование ограничено во времени и цели управления и, следовательно, стимулирования более разнообразны.

2. Ведущая роль целевых показателей и нормативов при выборе критериев материального стимулирования инноваций. Управление инновационной, как любой другой деятельностью, носит целевой характер, т. е. направлено на достижение определенных целей. Поэтому степень прогрессивности и степень достижения целей должны быть неперемными критериями материального поощрения соответствующего труда.

3. Целевая структура задач материального стимулирования деятельности по осуществлению конкретных инновационных процессов. Крупномасштабные инновационные процессы (проекты, программы) направлены на получение нескольких общественно значимых результатов, состоят из множества промежуточных исследований и разработок. Для работников, ответственных за выполнение конкретных задач важна увязка их поощрения с результатами именно их труда. Поэтому

структура (и размеры) премий работников должны быть тождественны структуре и значимости решаемых задач и достигаемых результатов.

4. Придание более четких различных стимулирующих функций должностным окладам, надбавкам к окладам и премиям работников, участвующих в разработке, создании и освоении инноваций. Функция должностного оклада (тарифной ставки) работника заключается в компенсации затрат его труда для воспроизводства рабочей силы. Аналогична функция сдельного заработка при простой сдельной системе оплаты труда. Функция премий иная - вознаграждение за достижение целей, получение более высоких результатов. В последние десятилетия произошло смешение двух частей заработка, встречное перекладывание их функций с одной части на другую. Более строгое разделение этих функций на практике повысит эффективность применения как оплаты по окладам и тарифам, так и премирования.

5. Совершенствование экономического механизма превращения народнохозяйственного экономического эффекта инноваций в поощрительные средства участников соответствующей инновационной деятельности. Инновационная деятельность характерна тем, что во многих случаях затраты на исследования и разработки инновационных решений имеют место в одних звеньях народного хозяйства, а экономическую выгоду от использования результатов получают другие субъекты экономики. Денежные расчеты за передаваемые инновационные решения, продажа лицензий далеко не всегда позволяют оплатить труд исследователей и разработчиков инноваций в соответствии с его полным народнохозяйственным эффектом, что снижает результативность всей системы стимулирования.

6. Совершенствование ценообразования на инновационные продукты. С этим тесно связано выполнение предыдущего условия, так как цены на передаваемые инновационные решения, формируемые по принципу роялти, то есть путем отчислений потребителей научно-технической продукции от реальной прибыли, получаемой за счет применения нововведений, позволяют увеличивать поощрительные фонды организаций-разработчиков по мере роста реально эффекта в народном хозяйстве.

7. Учет особенностей и условий деятельности структурных звеньев инновационной сферы. Известно, что инновационные процессы сопровождаются рисками, возникающими вследствие непредсказуемости, неопределенности предстоящих затрат, будущих результатов деятельности, особенно на ранних стадиях инновационного цикла. В инновационной сфере вероятность неудачи есть всегда. Отсюда следует, что ставить материальное поощрение исследователей и разработчиков в зависимость лишь от фактического экономического эффекта означало бы игнорирование названной особенности. Представляется оправданным наличие в системе поощрения в данной сфере премий за выполнение заданий по поиску и проработке вариантов решений, если даже они не дали желаемых результатов. Разумеется, размеры поощрения в таких случаях не могут быть значительными.

8. Совершенствование систем и методов оценки стимулируемой деятельности в соответствии с требованиями организации материального стимулирования инновационной деятельности в структурных звеньях промышленности. Любое вознаграждение фактически означает оценку вознаграждаемого труда, выраженную в денежной форме. Сумма прибыли, полученной от использования инновации в промышленности, служит оценкой инновации. Но, во первых, эту сумму необходимо распределить между организациями – участниками разработки, затем внутри организаций между подразделениями и, наконец, между работниками. Кроме того, необходимо учесть, что экономические системы решают задачи не только выполнения конкретных проектов, но собственного развития, без которого невозможен дальнейший научно-технический прогресс. Следовательно, для решения множества частных задач материального стимулирования как подсистемы управления инновационной деятельностью, необходима развитая системы оценки данной деятельности во всех ее звеньях и всех видов.

9. Осуществление оценки эффективности системы материального стимулирования инновационной деятельности в отрасли. Материальное стимулирование требует больших расходов. Их величина, естественно, значительно меньше, чем расходы на саму стимулируемую деятельность. Тем не менее, эффективность материального стимулирования должна быть очевидна. Принцип оценки ее эффективности можно сформулировать следующим образом: прирост результатов стимулируемой деятельности должен быть больше прироста затрат на стимулирование.

Решение перечисленных и, возможно, других сопутствующих задач позволит постепенно создать благоприятные организационно-экономические предпосылки для материального стиму-

лирования инновационной деятельности как подсистемы управления научно-техническим прогрессом.

Список литературы:

1. Береговой В. А., Кабаков В. С. Вектор развития российской экономики и инновационный потенциал корпоративных структур // Вестник ИНЖЭКОНА. Серия: Экономика. Выпуск 3 (54). 2012. С. 11 – 17.
2. Миндели Л.Э., Черных С.И. Приоритетные направления развития и фундаментальная наука // Приоритеты и модернизация экономики России. Институт экономики РАН. - СПб.: Алетейя, 2011. [Электронный ресурс]. http://www.issras.ru/papers/Prior2011_Mindeli.php (дата обращения: 24.07.2013)
3. Минко И.С. Развитие системы управления научно-техническим прогрессом через структуризацию отраслевых инновационных систем/ Экономика и экологический менеджмент: электронный научный журнал. 2012. № 2 [Электронный ресурс]. Систем. требования: *Adobe Acrobat Reader*. – URL: <http://economics.open-mechanics.com/articles/458.pdf> (дата обращения: 24.07.2013)

УДК 65; 656; 658

ВОПРОС О ФОРМИРОВАНИИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

В.В. Негреева

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

v.negreeva@mail.ru

В последнее время особое место в развитии конкурентных позиций российской экономики занимает формирование и организация логистических комплексов. В хозяйственной деятельности предприятий стали использоваться новые методы и технологии доставки товаров. Термин «логистика», известный до недавнего времени лишь узкому кругу специалистов, получает сегодня широкое распространение. Но, к сожалению, опыт отечественных компаний в развитии логистики очень ограничен, поэтому актуальность изучения данного направления очевидна. Во многих российских компаниях только начинают организовываться и действовать логистические отделы. На основе опыта западных стран в России формируется свой тип логистики, предпосылкой которого стала смена товарного дефицита дефицитом денежных средств, а также трансформация проблем снабжения предприятия в проблемы сбыта работ и услуг.

В связи с тем, что комплекс представляет собой сочетание объектов, предметов, действий, которые тесно связаны и при этом взаимодействуют между собой, образуя единую целостность, то логистический комплекс включает в себя управление транспортом, складским хозяйством, запасами, кадрами, организацию информационных систем, коммерческую деятельность и многое другое. Принципиальная новизна логистического подхода состоит в органичной взаимной связи, интеграции вышеперечисленных областей в единую товаропроводящую систему.

Таким образом, логистика как экономическая категория сосредотачивает большую область науки и целый ряд последовательных действий, ориентированных на совершенствование системы товарообмена, перевозки и управления. Другими словами, итоговая цель логистики заключается в оптимизации планирования, управления и контролировании перемещения информационных, денежных и материальных ресурсов.

Санкт-Петербург как мегаполис и крупный портовый город имеет широкую сеть логистических комплексов. Развитие логистического процесса в регионе ускоряется с каждым годом. Среди активных участников этого процесса следует уделить внимание следующим.

Корпорация «Стерх» ведет перспективное строительство, направленное на развитие транспортной инфраструктуры Северо-Западного региона России. Компания принимает участие в целевых федеральных программах и в своем распоряжении имеет складской комплекс, контейнерный терминал, таможенный терминал. В соответствии с принципами ответственного подхода к реализации проектов, Корпорация «Стерх» ведет строительство новых промышленных площадок с учетом потребности региона, направления транспортных потоков, возводит объекты федерального значения и осуществляет управление ими.

Одним из основных проектов, которые развивает Корпорация, - это проект логопарка «Осиновая роща», который стартовал в 2001 г. Основные объекты, которые включает в себя проект: строительство таможенного терминала, в который входят административные здания таможенных постов, бизнес-центры для таможенных брокеров и грузовладельцев, склады временного хранения и контейнерный терминал; строительство и управление коммерческими площадками хранения. Например, в 2010 году был сдан в эксплуатацию низкотемпературный и среднетемпературный склад класса А, в 2011 году – сухой склад класса А. Сухой склад Корпорации «Стерх» получил главный приз премии CRE St.Petersburg Awards 2012 в номинации «Лучший объект промышленной недвижимости». Были оборудованы зоны ответственного хранения автомобилей и новая контейнерная площадка.

Следует отметить, что в логистическом комплексе сосредоточена вся необходимая инфраструктура для эффективного управления грузопотоком, что соответствует современным между-

народным стандартам. Логопарк «Осиновая роща» был признан одним из опорных пунктов российской логистики.

Другой молодой развивающийся многофункциональный транспортно-логистический комплекс, – это ООО «Логистический парк «Янино». Логопарк осуществляет комплекс услуг по хранению и обработке контейнерных и прочих грузов; обеспечивает перегрузку грузов с одного вида транспорта на другой, организацию грузовых отправок в прямом смешанном железнодорожно-водном сообщении, железнодорожных и автомобильных перевозок грузов. На территории ООО «Логистический парк «Янино» расположен таможенный пост «Янинский» Балтийской таможни.

Следует отметить и такие известные компании, как «Greenway» - крупный таможенный брокер, работающий на рынке с 1995 года. Компания имеет прямые договоры со многими крупными перевозчиками, а также владеет складскими площадями и может предложить услуги таможенного склада. Компания ООО «СКАТ» работает на рынке грузоперевозок с 2006 года. Основной вид предоставляемых услуг - это грузоперевозки автомобильным транспортом по всей территории России.

В сфере интегрированного логистического сервиса выделяется молодая развивающаяся компания «Эврика-Логистик», основным видом деятельности является предоставление услуг в области таможенного дела.

Компания ООО «РосБизнесТранс» (ООО «РБТ») одна из первых на рынке услуг по таможенному оформлению товаров различных категорий, имеющая большой опыт таможенного оформления всей необходимой документации. ООО «РБТ» планирует развитие морской-портовой инфраструктуры. В стратегические планы компании входит занять свою нишу в морском порту Санкт-Петербурга, что связано с клиентурой компании, большинство которой оформляется на балтийской таможне.

Перечисленные логистические комплексы и организации представляют собой краткий перечень компаний Санкт-Петербурга в сфере логистики. Их быстрый рост и развитие происходит благодаря географическому положению Санкт-Петербурга. На побережье Балтийского моря Санкт-Петербург сегодня является транспортным узлом, через который проходит около 20% перевозок российских внешнеторговых и транзитных грузов. Вместе с соседними портовыми комплексами области петербургский порт снабжает как экспорт, в основном сырьем, так и поставляет импортные товары, включающие комплектующие и оборудование, а также самый широкий спектр товаров народного потребления.

Санкт-Петербургский морской порт — один из главных транспортных узлов Северо-Запада России. Он представляет из себя комплекс терминалов, принадлежащих различным юридическим лицам. Большой порт включает в себя группу компаний под общим названием «Морской порт Санкт-Петербург». Всего в данную систему включено более ста причалов, общая длина которых составляет почти десять километров. Если рассматривать грузоперевозки по России, Санкт-Петербург в последние 20 лет играет в них все более заметную роль. Во многом это связано с общемировыми тенденциями развития грузоперевозок: увеличилась доля контейнерных грузов, все чаще перевозят морем и нефтепродукты.

За период с 2010 до 2011 году грузооборот Большого порта вырос на 3% – до 59 млн тысяч тонн. Изменился он и по структуре: на 2,4% – вырос объем контейнерных грузоперевозок до 1 млн. 431 тыс. 439 TEUs, которые составляют большой объем международных грузоперевозок в Санкт-Петербурге.

Потребность создания стратегии, обуславливается тем, что до настоящего времени единой политики развития транспортно-логистического комплекса в городе не было, а сегодня возникает потребность в создании единой транспортной сети, чтобы развитие всех видов транспорта, улично-дорожной сети и терминально-складского хозяйства было взаимосвязано. Вместе с тем особенностью транспортного комплекса Санкт-Петербурга является то, что он работает в основном с транзитными грузопотоками, следующими в другие регионы или страны, и только 20% его деятельности устремлено на удовлетворение потребностей экономики самого города. Это значит, что, несмотря на большой объем проходящих через Петербург грузов, налоговые поступления в городской бюджет незначительны, так как они проходят без какой-либо обработки. Так, например, в 2010 году поступления в бюджет составили около 10 млрд. рублей, или 5,6%, при этом больше половины доходов обеспечивают транзитные грузы, из которых 50% составляют грузы Большого порта.

Соответственно, формируется основная цель стратегии - обеспечить эффективное функционирование транспортно-логистического комплекса (ТЛК) Санкт-Петербурга, одновременно повы-

сив доходы в городской бюджет. Сделать это будет сложно, так как город сегодня имеет только косвенные рычаги влияния на развитие ТЛК, такие как формирование улично-дорожной сети, зонирование территорий в рамках Генплана. Большая же часть транспортной инфраструктуры находится в федеральном ведении: порт, железная дорога, водные пути, федеральные автотрассы. Поэтому, несмотря на то, что документ уже прошел согласование в инстанциях городского уровня, наибольшие сложности ждут проект при согласовании на федеральном уровне, особенно с Министерством обороны.

Кроме всех перечисленных логистических компаний, в Санкт-Петербурге имеет место и развитие городской логистики, которая представляет собой комплекс логистических решений, действий и процессов. Мероприятия, связанные с городской или, как ее еще называют муниципальной или сити-логистикой, направлены на оптимизацию управленческих решений администрации, потоков материалов, транспортных средств, людей, знаний, энергии, финансов, информации в рамках подсистем города и его инфраструктуры.

В заключении следует отметить, что вопрос перспективы развития Санкт-Петербургского современного логистического комплекса напрямую связан с морским портом. Следствием проведенных мероприятий по улучшению эффективного развития портовой инфраструктуры Санкт-Петербурга станут реальные возможности в развитии и расширении внешнеэкономической деятельности компаний, связанных с таможенным оформлением, транспортно-логистической инфраструктурой, складского хозяйства и др. Достижение целей, поставленных для формирования логистических комплексов Санкт-Петербурга, позволит более рационально и эффективно выстраивать методы управления логистическим процессом.

Список литературы:

1. Джамбраилов А.Э. Моргунов В.И /Транспортно-складские логистические комплексы, 2010. 388 с.
2. Логист.ру [Электронный ресурс], <http://logist.ru/>, 2010
3. «РБТ» [Электронный ресурс], <http://rb-trans.ru/>, 2013
4. Комерсантъ [Электронный ресурс] / <http://ppt.ru/daily/?id=38204/>, 2008
5. Корпорация «Стерх» [Электронный ресурс] // <http://sterh-orp.ru/develop/development.php>
6. Логистический Парк «Янино» // [Электронный ресурс] <http://www.ylp.spb.ru/lp-yanino/>

УДК 332.142

СТИМУЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РОССИИ

С.В. Павлова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

pav_cveta@mail.ru

Инвестиционная экономическая политика государства должна быть социально ориентирована, т.е. должны быть созданы институты социально ориентированных экономических взаимодействий при привлечении и распределении инвестиций. К таким институтам следует отнести инструменты государственного регулирования инвестиционных процессов: установление налоговых льгот, освобождение от таможенных пошлин, установление специальных налоговых режимов, создание правовой базы по использованию инструментов привлечения капитала (кредиты, залоги, лизинг и др.). [1] Опыт зарубежных стран показывает, что стимулирование инвестиций отличается от традиционных функций, выполняемых правительственными учреждениями, таких как управление, контроль, регулирование, разработка и утверждение законов, контроль за их исполнением и др.

Важнейшим инструментом стимулирования экономики в целом и инвестиционной активности в частности является налоговая система. В определенном смысле налоговая система характеризует форму, степень участия субъектов рыночной экономики в формировании финансовых ресурсов страны.[5] О налогах писали великие экономисты прошлого. Еще в 1662 году У. Петти опубликовал «Трактат о налогах и сборах». Налоговая система обстоятельно исследовалась в трудах Смита, Милля и других известных экономистов. Налоги как инструмент очень действенны, выступая одновременно и стимулом, и анти стимулом. Государство, повышая или понижая налоговое бремя, стимулирует субъекты рыночной экономики в увеличении или, наоборот, уменьшении какого-либо товара. С другой стороны, государство может оказывать действующую помощь путем прямой финансовой поддержки.[4] Арсенал возможностей здесь очень велик с учетом того, что все налоговые нормативы устанавливаются государством.

В настоящее время налоговые льготы широко применяются в инновационной сфере, агропромышленном комплексе. Построение оптимальной налоговой системы, обеспечивающей достаточные бюджетные поступления и не сдерживающие рост производства главная задача государства при стимулировании инвестиционной активности предпринимателей. Однако налоговая система – это не панацея от всех бед. Только в совокупности с другими инструментами она может быть наиболее эффективной.

Среди инструментов стимулирования инвестиций важное место принадлежит и административным методам регулирования. Здесь возможно наряду с применением экономических инструментов и директивное воздействие. Однако сферу этого воздействия и временные ограничения необходимо определять очень тщательно.

В числе мер стимулирующих инвестиционную активность – это регулирование тарифов на услуги естественных монополий. Завышенные тарифы на электроэнергию, газ, и тепло, грузовые железнодорожные перевозки. Их рост сдерживает инвестиционные возможности хозяйствующих субъектов. Поэтому их снижение или частичная компенсация могут служить стимулом к повышению инвестиционной активности.[5]

Стимулом для инвестиционной активности является создание современной инфраструктуры. Инфраструктура в условиях рыночной экономики служит мощным средством развития и совершенствования отношений обмена, движения труда и капитала. Отличительная особенность России – отсутствие рыночной инфраструктуры до начала рыночных преобразований.[3] Рыночная инфраструктура способствует развитию предпринимательства, в том числе малого бизнеса. Ее состояние не может быть чем-то навсегда заданным, стабильным, она трансформируется в соответствии с требованием времени. Глобализация и рыночная инфраструктура тесно взаимосвязаны. Первая требует адекватного состояния второй. Глобализация размывает границы стран и регионов. Это

происходит на основе совместных соглашения по ряду направлений деятельности (безвизовый режим, совместные проекты, культурно и научно-техническое сотрудничество). Инфраструктура – явление динамичное. Поэтому типология ее еще не устоялась до конца. Инфраструктура содействует эффективному соединению факторов производства, что и составляет сам процесс производства.[3] Однако степень развития инфраструктуры не позволяет даже в перспективе говорить о сближении уровней социально-экономического развития территориальных образований.

Еще одним стимулирующим фактором является мотивационный аспект инвестиционного поведения хозяйствующих субъектов. Исследуя процесс принятия решения об инвестировании как реакцию корпоративного сектора на стимулы, возникающие в разных секторах экономики в результате действия ряда факторов, их авторы приходят к выводу, что « в России с ее слабой финансовой системой помимо стимулов необходимым условием для роста инвестиций служит наличие финансовых ресурсов. К сожалению, распределение стимулов и ресурсов не совпадают. Инвестиционный процесс сложен и противоречив. В настоящее время главная задача – поиски инвесторов и их стимулирование. Так как банковская система России до сих пор не является стратегическим инвестором. И как свидетельствует практика, банковские кредиты составляют не более 8 – 12% общего объема привлеченных средств. Средства населения не работают столь же эффективно, как на Западе. В этих условиях поиск, стратегического инвестора становится еще более сложным. И требуется дополнительное стимулирование данного направления, т.к. дифференциация рынка финансовых услуг непосредственно отражается на уровне инвестиций.

Подводя итог можно отметить, что более детальная оценка внутренних и внешних инвестиционных ресурсов, позволит дать оценку и определить внутренний инвестиционный потенциал, позволяющий достичь благоприятного инвестиционного климата и роста темпов экономики.

Стимулирование инвестиционной активности предпринимательства в зарубежных странах направлено на привлечение инвестиций через использование специализированных инвестиционных полу- и негосударственных агентств. В периоды спадов в экономике рекомендуется для поддержания капиталовложений использовать государственный инвестиционный заказ и государственное планирование капитальных вложений. Деятельность государства по стимулированию инвестиций обеспечивает социальные выгоды, что является более важным, чем получение частной прибыли. Агентства осуществляют деятельность по обслуживанию инвесторов с целью получения ими разрешений и лицензий, необходимых для осуществления деятельности.[6]

Успешное стимулирование инвестиционной активности предпринимателей требует использования современных методов управления, проектного анализа, маркетинга, гибкости в реагировании на нужды инвесторов, быстрой адаптации к меняющимся рыночным условиям, а также определенной самостоятельности при разработке и реализации стратегических и тактических целей.

Список литературы:

1. Федеральный Закон « Об инвестиционной деятельности в РФ, осуществленной в форме капитальных вложений» от 22. 08.2004г.№ 122-ФЗ
2. Инвестиционная деятельность в России: условия, факторы, тенденции. М.: Госкомстат России, 2010.
3. Рыбаков Ф.Ф. Промышленная политика России: история и современность.- СПб.:Наука,2011. 189с.
4. Россия в цифрах.2009:Крат.стат.сб.Росстат М.. 2009. 525с.
5. Россия в ВТО : Перспективы. Задачи. Проблемы. Сборник научных статей, вып. 13 //Усик Н.И. Инвестиционные стратегии организаций при вступлении РФ в ВТО.СПб.: НОУ ВПО « Институт бизнеса и права», 2012. 364с.
6. Булавко О.А. Зарубежный опыт регулирования и стимулирования инвестиционной сферы//Общество. Среда. Развитие (TerraHumana). 2011, № 2/Научная библиотека КиберЛенинка:<http://cyberleninka.ru/article/n/zarubezhnyy-opyt-regulirovaniya-i-stimulirovaniya-investitsionnoy-sfery#ixzz2ZNkQH2dd>.

УДК 332.142

**ОБ УСЛОВИЯХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ РЕГИОНА****Е.Ю. Паляева**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

palaeva@inbox.ru

Социально-экономическое развитие региона выступает реализацией целей региональной политики. Эта политика основывается на принципах активной государственной поддержки и в программно-целевом обеспечении. Строительство автомобильных дорог в регионе обеспечивает решение социальных задач, улучшая транспортную доступность района тяготения и повышая привлекательность прилегающей территории для жизни и работы населения. Строительство новых дорог является одним из факторов экономического роста в зоне влияния, стимулируя приток инвестиций в развитие прилегающих территорий, в том числе и в образование новых промышленных объектов. Уровень технического развития автодорожной сети и транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог существенно влияют на социально-экономическое развитие района тяготения и зоны влияния.

Денежные средства, выделенные из бюджета по Долгосрочной целевой программе «Совершенствование и развитие автомобильных дорог Ленинградской области на 2009-2020 годы» в сумме 8,2 млрд. руб., освоены на 88,6 % - 7,3 млрд. руб. Расходование выделенных средств областного бюджета осуществляется в соответствии с Адресной инвестиционной программой, в которой не указаны конкретные объекты, а только название долгосрочных целевых программ (всего - 46) и суммы на 2013 г. (по 17-ти) [1]. Эти данные свидетельствуют о том, что не достигнута социальная составляющая бюджетной политики Ленинградской области. В настоящее время осуществляется разработка финансово-экономической документации строительства автомобильной дороги на территории Ленинградской и Новгородской областей в составе международного транспортного маршрута (МТМ) «Европа – Западный Китай» с последующей эксплуатацией ее на платной основе.

С целью обеспечения качественной и своевременной автотранспортной связи морского торгового порта Усть-Луга с автомобильными дорогами федерального значения на наиболее востребованных направлениях движения грузопотоков, ввод в эксплуатацию проектируемой автомобильной дороги предлагается осуществлять в две очереди: I очередь – участок от автодороги М-11 «Нарва» до автодороги М-10 «Россия», протяженностью 151,7 км с параметрами I категории (I-A) с 4-мя полосами движения; II очередь – участок от автодороги М-10 «Россия» до автодороги А-114 «Вологда – Новая Ладога», протяженностью 143,9 км с II категории с 2-мя полосами движения [2].

Очередность ввода в эксплуатацию пусковых комплексов проектируемой автомобильной дороги позволит разгрузить существующую сеть автомобильных дорог Ленинградской области, работающую на обслуживании транспортных нужд порта Усть-Луга.

В дополнение к существенной роли транзитера, обусловленной выгодным экономико-географическим положением Ленинградской области, на ее территории продолжают реализовываться крупные проекты, направленные на развитие транспортной инфраструктуры: строительство Балтийской трубопроводной системы, строительство новых и модернизация старых портовых комплексов. Портовые грузы уже сейчас являются серьезной составляющей нагрузки на автодороги федерального значения. Грузооборот Санкт-Петербургского Большого порта в 2011 году составил 60 млн. тонн [2].

Потребители транспортных услуг – население региона – получит гарантированное обеспечение круглогодичной перевозки грузов и пассажиров, возможность активного использования ресурсов региона, повышается доступность услуг транспортного комплекса, комплексная безопасность и устойчивость транспортной системы. Общий вклад зоны влияния в суммарный валовой

региональный продукт (ВРП) СЗФО составляет около 68%, а в ВРП всех субъектов РФ – более 7%.

Наибольшими объемами ВРП среди субъектов зоны влияния проектируемой автомобильной дороги характеризуется экономика г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области, вносящие в суммарный ВРП зоны влияния (2 639,5 млрд. руб. в текущих ценах 2010 г.) более 82% от его величины.

Наименьшие показатели ВРП среди регионов зоны влияния по итогам 2010 г. достигнуты экономиками Новгородской и Псковской областей, внесшими в суммарный ВРП зоны влияния доли в 5% (127,3 млрд. руб.) и 3% (84,3 млрд. руб.) соответственно.

Уровень социально-экономического развития субъектов зоны влияния и граничащих с ней субъектов целесообразно также оценить, исходя из показателя «ВРП на душу населения».

Среднедушевой ВРП зоны влияния составляет 289,3 тыс. руб./чел. (в ценах 2010 г.) и превышает аналогичные суммарные показатели по субъектам СЗФО и ЦФО, граничащим с рассматриваемой зоной влияния, суммарным ВРП СЗФО и ВРП субъектов РФ в целом.

Среди субъектов зоны влияния проектируемой автодороги наиболее высокие показатели среднедушевого ВРП (по итогам 2010 года) зарегистрированы в г. Санкт-Петербурге (343 тыс. руб./чел.) и Ленинградской области (292,1 тыс. руб./чел.), самый низкий – в Псковской области (124,8 тыс. руб./чел.) [3].

Характеристика значимости проектируемой автомобильной дороги для развития Ленинградской области:

- увеличение протяженности автомобильных дорог общего пользования федерального значения – 295,6 км, в том числе, увеличение протяженности автомобильных дорог общего пользования федерального значения, входящих в состав международных транспортных коридоров – 295,6 км;
- налоговые поступления в бюджет Ленинградской области от строительства автомобильной дороги – 5477,9 млн. руб.;
- налоговые поступления в бюджет Ленинградской области от эксплуатации автомобильной дороги – 2006,0 млн. руб.;
- экономический эффект от снижения уровня ДТП – 8179 млн. руб.;
- эффект от снижения уровня выбросов вредных веществ – 53 млн. руб. [3].

Показатели социально-экономической эффективности проекта:

1. социально-экономический дисконтированный эффект, всего – 90065,3 млн. руб., в том числе:
 - от сокращения затрат времени на передвижение грузов и пассажиров – 58192,6 млн.руб.;
 - от сокращения эксплуатационных расходов пользователей – 21750,5 млн. руб.;
 - от снижения потерь от ДТП – 8178,5 млн. руб.;
 - от сокращения выбросов загрязняющих веществ – 52,5 млн. руб.;
 - заработная плата сотрудников, занимающихся реализацией проекта – 1891,3 млн. руб.;
2. Чистый дисконтированный доход – 17680,6 млн. руб.;
3. Индекс доходности – 1,22;
4. Внутренняя норма доходности – 10,3 %;
5. Срок окупаемости с начала строительства (с учётом дисконтирования) – 26 лет [4].

Список литературы:

1. <http://47news.ru/articles> (11/02/2013 г.)
2. Долгосрочная целевая программа «Совершенствование и развитие автомобильных дорог Ленинградской области на 2009 – 2020 годы», утвержденная Правительством Ленинградской области от 02.03.2009 г. №45.
3. Стратегия социально-экономического развития Северо-Западного федерального округа на период до 2020 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 18.11.2011 г. №2074-р; ОАО «Автострада Северо-Запад».
4. Официальное представительство Ленинградской области - <http://www.lenobl.ru>.
5. Федеральная служба государственной статистики за 2010 г.

6. Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы Российской Федерации (2010-2015 годы)», утвержденная Постановлением Правительства Российской Федерации от 20.05.2008 г. №377.

7. Федеральный закон Российской Федерации от 08.11.2007 г. №257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

УДК 336.76

МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

И.Г. Сергеева, М.Н. Доронина

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

irsergeeva@mail.ru

Рост потребностей большинства предпринимательских структур в привлечении капитала и повышении их конкурентных преимуществ на мировых финансовых рынках требует повышенного внимания к проблемам совершенствованию корпоративного управления в российских компаниях. Совершенствование системы корпоративного управления является важнейшей целью для повышения инвестиционной привлекательности и эффективности деятельности компании. Как свидетельствует практика, эффективная система корпоративного управления позволяет повысить качество менеджмента, улучшить финансовые показатели деятельности компании, понизить стоимость привлечения заемного капитала.

Основной целью корпоративного управления является сохранение баланса интересов и ответственности между отдельными группами следующих лиц: менеджмента и совета директоров, совета директоров и акционеров, владельцев крупных пакетов акций и миноритарных акционеров, корпорации и государственных структур, корпорации и финансовых посредников. В России формируется модель управления корпораций, предусматривающая отделение функций собственности от процессов оперативного управления. Для согласования интересов независимых менеджеров и акционеров необходимо сформировать эффективную систему корпоративного управления. Кроме того, для выхода на международные финансовые рынки российским корпорациям необходимо учитывать процессы глобализации рынков капитала, проявляющиеся, в том числе в унификации правил корпоративного управления в компаниях, привлекательных в качестве инвестиционных объектов. В связи с этими процессами российским компаниям следует привести систему корпоративного управления в соответствие с международными стандартами.

Для повышения качества корпоративного управления крайне необходимо создание разнообразных инструментов и механизмов, способствующих росту эффективности систем корпоративного управления. На практике различают внешние и внутренние механизмы повышения эффективности корпоративного контроля. Внутренние механизмы строятся на основе взаимоотношений между различными группами акционеров и менеджментом. Внешние механизмы основаны на эффективном функционировании внешних участников (законодательные и налоговые органы, финансовые и товарные рыночные структуры) с собственниками и менеджментом корпорации.

Рассмотрим основные внутренние механизмы повышения эффективности систем корпоративного управления в компании (рис. 1).



Рис. 1. Внутренние механизмы повышения эффективности систем корпоративного управления [1]

Защиту прав акционеров должны осуществлять не только правоохранительные органы, но и сами компании. Эффективная система защиты прав акционеров является одним из основных условий для обеспечения эффективности и конкурентоспособности корпорации. Повышение защиты прав акционеров должно осуществляться путем предоставления полной информации о данных правах и разработки направлений их реализации. В принципах корпоративного управления ОЭСР представлены следующие основные права акционеров:

- надежная регистрация собственности на акции;
- передача или перевод акций;
- получение своевременной информации о корпорации;
- участие в общих собраниях акционеров с правом голосования и т.п. [2].

Для повышения взаимодействия компании с акционерами, кредиторами и иными заинтересованными сторонами важную роль играют информационные технологии. В первую очередь можно выделить Интернет, позволивший вывести раскрытие информации и общение компаний с внешним миром на новую ступень. Для повышения эффективности систем корпоративного управления ИТ-системы должны быть направлены на содействие совету директоров для обеспечения эффективного руководства компанией.

Под корпоративным контролем подразумевают контроль над исполнением решений общего собрания акционеров и совета директоров в определении основных направлений развития компании. К основным инструментам корпоративного контроля можно отнести:

- ежегодные общие собрания акционеров;
- мониторинг и аудит менеджмента;
- создание и следование кодексу корпоративного управления и т.д.

Организация эффективной системы корпоративного контроля – это сложный процесс, который включает в себя определение путей совершенствования системы корпоративного контроля с учетом развития организации и непрерывно меняющихся внутренних и внешних условий ее функционирования [3].

Механизм согласования интересов акционеров с менеджерами регулирует отношения внутри компании, поддерживает баланс между интересами акционеров, советом директоров и управляющими. Важным элементом данной системы является мотивация. Стимулирование может быть как материальное, так и нематериальное. Также должна быть налажена система обмена информа-

цией. С помощью совета директоров собственники должны транслировать цели компании, свои ожидания по поводу направлений развития бизнеса. В свою очередь менеджеры обязаны предоставлять регулярные отчеты о результатах деятельности компании.

Предметом деятельности подразделения по связям с общественностью (PR) является формирование непротиворечивой системы взаимодействия всех заинтересованных сторон [1]. Взаимодействие с внутренней средой осуществляет внутрикорпоративный PR, который начинается с определения миссии компании, ее целей и принципов деятельности. Следующим элементом механизма формирования внутрикорпоративного PR может быть пропаганда ценностей компании в СМИ. Также важнейшим элементом является не только поддержание старых традиций компании, но и создание новых. Все эти элементы являются важнейшим условием для формирования сбалансированной корпоративной культуры компании.

Репутация — неосязаемый актив, плохо защищенный от неудач и рисков, но открывающий новые возможности и приносящий доход. Являясь элементом механизма корпоративного управления, репутация оказывает непосредственное влияние на рыночную стоимость компании и создает возможности привлечения инвестиций на финансовых рынках [1]. Можно отметить, что репутация оказывает значительное влияние на уровень капитализацию компании и на ее доступ к внешнему финансированию. Для повышения капитализации и облегчения доступа к рынку капиталов компаниям необходимо внедрять эффективные системы менеджмента и корпоративного управления, а также повышать прозрачность ведения бизнеса. Важнейшим механизмом управления репутацией является повышение социальной ответственности компании. Чтобы социальная ответственность осуществлялась не в ущерб интересам акционеров и эффективной деятельности компании, необходимо внедрение социальных инициатив в стратегию развития компании.

Список литературы:

1. Асаул А.Н., Павлов В.И., Бескиерь Ф.И., Мышко О.А. Менеджмент корпорации и корпоративное управление. - СПб.: Гуманистика, 2008.
2. Принципы корпоративного управления ОЭСР <http://www.corp-gov.ru/projects/principles-ru.pdf>
3. Сухарева Л.А., Земелева Т.С. Особенности функционирования системы внутреннего контроля в корпорациях //Экономические науки, 2012. №7.

УДК 658.338.45

ВОЗМОЖНОСТИ И ЗАДАЧИ МАЛОГО БИЗНЕСА В ОРГАНИЗАЦИИ ПОСТАВОК ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ ПРЕДПРИЯТИЯМ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М.В. Скоробогатов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

mvskor@rambler.ru

В ряду проблем, стоявших и стоящих перед пищевой промышленностью России в прошедшие годы и в настоящее время, важнейшей была обеспеченность перерабатывающих производств пищевым сырьём. Общеизвестны и причины, и тяжелейшие последствия дефицита основных видов продовольственного сырья для ключевых отраслей пищевой промышленности, имевшие место после начала экономических реформ в России. Эти же причины и последствия далеко не все и не везде преодолены и поныне. Отрасли сталкиваются и с новыми трудностями, прежде всего внешнеэкономического характера.

Расчёт на развитие фермерского сектора в сельском хозяйстве оказался неоправданным: по-прежнему основная масса продовольственного сырья производится крупными хозяйствами. По многим причинам фермерские хозяйства оказались нежизнеспособными. Это следующие группы причин:

- неурегулированность имущественных отношений, и прежде всего в земельной сфере;
- практическая недоступность кредитных средств для приобретения материальных ресурсов;
- резкое сокращение трудоспособного и профессионально подготовленного сельского населения;
- неразвитость аграрной инфраструктуры, несоответствие её требованиям развития фермерства.

Усилиями Правительства России в рамках целевых программ многое делается по решению названных проблем. Тем не менее, остаются ещё нерешённые задачи, не все имеющиеся возможности использованы.

В частности, распространение в последние годы производства продовольственных продуктов на основе или с использованием сырьевых компонентов, не производимых в товарных хозяйствах, а заготавливаемых населением в частном секторе или в природе, открывает возможности малому бизнесу в сфере заготовок. Данный вид деятельности, в своё время, был одним из направлений кооперативного движения. В настоящее время есть реальная потребность пищевых отраслей в дешёвом и качественном - в том числе с точки зрения безопасности – природном продовольственном сырье. Это, прежде всего, растительное сырьё, которое может быть заготовлено сборщиками в соответствующие периоды года. Большие резервы растительного сырья производятся в частных хозяйствах населения, в садоводствах и огородничествах.

Для работы в этой области, требующей знания местных особенностей, самой местности, людей, для эффективного решения множества неформальных вопросов, для создания важной атмосферы доверия наиболее приспособлены малые заготовительные организации. Их число может быть достаточно большим, они в состоянии привлечь заметное число сезонных работников, что очень ценно в депрессивных районах с высокой безработицей. Имеет смысл организации малых заготовительных предприятий в центрах садоводческих хозяйств населения крупных городов и промышленных центров. При этом будет достигнут ещё и положительный социальный результат: дополнительный доход пенсионерам, составляющим большую часть садоводов в нашей стране.

Для реализации имеющихся возможностей обеспечения сырьём предприятий пищевой промышленности предприятиями малого бизнеса самым главным является создание переработчикам условий и осознание ими заинтересованности, выгоды работы на отечественном сырье. В этом случае можно будет ожидать оживления производственной активности заготовителей, появления новых малых предприятий по заготовке, хранению, первичной обработке и транспортировке продовольственного сырья. Имеющиеся сейчас примеры заготовительной деятельности показывают

хаотичность, несистематичность, неорганизованность в своей работе. Часто такая деятельность носит неофициальный характер.

Способствовать данному виду предпринимательства можно, развивая техническую инфраструктуру заготовительной деятельности. Прежде всего, в реальных условиях России должно быть уделено внимание системам хранения и первичной обработке заготовленного сырья на местах, а также транспортировке его в специальных условиях до мест централизованного складирования или переработки. Подобные современные устройства должны обслуживаться квалифицированным персоналом. Отсюда возникает необходимость в создании либо сетей обслуживания, либо сервисных центров компаний-производителей, а также в подготовке соответствующих кадров.

Вопросы финансирования – самые болезненные вопросы – могли бы совместно решаться местными органами власти, предприятиями-переработчиками, заинтересованными в поставляемом сырье. В региональных программах развития малого бизнеса должны быть соответствующие разделы с перечнем мероприятий и привлекаемых ресурсов. При небольших размерах суммарных инвестиций может быть получен заметный для регионов социально-экономический результат.

УДК 332.025

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, КАК ОСНОВА НОВОЙ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ РОССИИ**Н.И. Усик**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

nius50@yandex.ru

Повышение конкурентоспособности является целью политики каждого региона страны. Пути такого повышения разнообразны. Одним из направлений решения проблемы повышения конкурентоспособности регионов выступает новая индустриализация в рамках государственной инновационной политики.

Обоснованием новой индустриализации могут служить примеры развитых стран, которые пришли к выводу о необходимости реиндустриализации на инновационной основе. Этот вывод связан с невозможностью распределения новых знаний и производства на их основе по разным территориям. Внедрение новых знаний (инноваций) в общественное производство должно обеспечиваться не только их разработкой, но и внедрением с помощью определенных профессиональных знаний.

Глобализация рынков и вложений и технологические изменения, приводящие к быстрому старению оборудования, принуждают фирмы обновлять информацию о процессах и продуктах. Концентрация знаний и информации в определенных центрах не ограничивает, а способствует распространению инноваций вместе с перемещением ученых, инженеров и обменом знаниями во взаимосвязанной глобальной сети. К сожалению, такому распространению знаний и передовой информации препятствуют ведущие мировые центры и подвластные им институты, например, ВТО, использующих двойные стандарты для развитых и развивающихся стран.

Кластеры и деловые сети в глобальной экономике представляют собой институты, осуществляющие координацию деятельности. Опасность кластеризации заключается в том, что устойчивые взаимосвязи (кооперация) в кластерах снижают конкурентное давление, направленное на инновации. Глобализация бизнеса может привести к трансформации кластера в деловую сеть, когда географическая определенность кластеров (региональное развитие экономики) утрачивается, а вместе с ней и национальная идентификация. Из этих тенденций формируются выводы о мировом правительстве, наднациональных органах управления. Организационно-управленческий тоталитаризм бизнеса оказывает негативное влияние на региональное развитие стран, используя только включенные в сферу их интересов территории, остальное пространство деградирует, если отсутствует государственная поддержка.

Развитие неоиндустриализации в России проявляется в процессе кластеризации в регионах, изменении региональной структуры экономики. Поскольку в России национальный государственно-корпоративный комплекс состоит из пространственно-сетевых институциональных структур, функционирующих благодаря организационным методам, то развитие может осуществляться путём формирования пространственных (деловых) сетей и кластеризации по отраслям при государственной поддержке (неодирижизм): автомобилестроение, фармацевтика, лесопромышленный, сельскохозяйственный, военно-промышленный комплексы, авиация и космос, биотехнологии, рациональное природопользование.

В системе критериев отбора групп, пользующихся государственной поддержкой – соответствии деятельности их участников стратегии развития региона, ориентированной на реализацию его конкурентных преимуществ. Наиболее продуктивным инструментом реализации конкурентных преимуществ в современных условиях является формирование множества взаимосвязанных бизнес единиц, реализующих одну программу, т.е. кластеров. Эти взаимосвязи могут иметь разную природу: технологические, функциональные, организационно-экономические, финансовые.

В структуре финансирования НИОКР в России основным инвестором инновационной деятельности выступает государство, примерно 65 % всех расходов на эти цели [1]. В Великобритании на эти цели расходуются 70 % из государственного бюджета. Поэтому негативные оценки та-

кого положения не имеют оснований. Вместе с тем, имеются в некоторых странах примеры участия бизнеса в финансировании инноваций по программам частно-государственного партнерства и форм софинансирования. Например, в Германии, Франции, Финляндии, Испании, Израиле. В США отмечается исключительно высокая активность малых инновационных компаний при поддержке государственных программ и доступностью венчурного капитала, что характерно и для Японии, Канады и Швеции. Немаловажным фактором является трансфер технологий. Так, в Швейцарии трансфер инновационных технологий в промышленность осуществляется в рамках форм поддержки фирм, в том числе старт-апов в условиях технопарков. В Швеции развитие «центров высоких технологий» (centers of excellence) представляет собой соединение научно-исследовательских и коммерческих сил в интересах эффективной коммерциализации инноваций. В Бельгии порядка 60 % от общего числа предприятий осуществляют технологические инновации. В Австрии предоставляется вычет из налоговой базы по налогу на прибыль в размере 25 % расходов на исследования и внедрение новых технологий [2].

Говорить о коммерциализации инноваций можно с учетом инфраструктурных возможностей и привязкой к конкретным территориям. Поэтому очень важным является политика в области разработки региональных инновационных систем как основа новой индустриализации России. Не секрет, что в настоящее время уровень производства ВВП в России не достигает даже 50 % 1990 годов. Озабоченность будущим развитием регионов вынуждает администрации искать пути использования пока еще имеющегося потенциала (потенциал высокопрофессиональных кадров, образовательных учреждений, частично материально-технической базы, институциональной, транспортной и социальной инфраструктуры). Инновационная система отличается от любой другой (модель «черного ящика») тем, что основана на инновационной цепочке. Инновационная цепочка в регионе начинается с генерирования знаний и идей в образовательных и исследовательских учреждениях, а заканчивается коммерциализацией инновационного продукта через инновационную инфраструктуру.

Исследование региональных инновационных систем продолжают примерно десятком лет. В Европе проблемы эффективного инновационного развития территорий исследуются с начала 90х годов (в рамках принятия Маастрихского договора (1993г.)) основной задачей ставилось – достижение консолидации стран ЕС и входящих в них регионов в социальном и экономическом плане за счет ускоренного технологического развития.

В России пока нет полноценно функционирующего ни регионального кластера, ни инновационной системы. Наблюдается кооперация предприятий в отдельных регионах на взаимовыгодных условиях.

В 2007 году в 35 регионах России исследователи обнаружили региональные программы инновационного развития. Но они фрагментарные, основаны на каком-то одном, например строительном, проекте. А трансферт технологий при этом не задействован. Разработки местных ученых не используются. Так и остаются не коммерциализованными (монетарными), в состоянии, близком к фундаментальным исследованиям. В местных университетах нет специалистов, которые довели бы их до коммерческого продукта. А на предприятиях нет инновационных менеджеров, которые могли бы внедрять новации в производство. Инновационная цепочка состоит из ряда звеньев. И они не являются функцией научных учреждений или функцией конечного производителя продукции. Целостную систему пока ни в одном регионе не создали.

Пример Финляндии, как наиболее успешной страны в построении и функционировании региональных инновационных систем, показывает возможности реализации инновационно-исследовательского потенциала региона. Созданные специальные центры экспертиз осуществляли диалог между промышленностью и наукой. Они стали центрами информации, анализа и координации всех участников инновационного процесса. Центры изучали разработки местных университетов, анализировали потребность рынка в новых продуктах. Создавали своего рода «дорожную карту» для всех уровней местного образования, — какие кадры понадобятся через три-пять лет. Такие центры — ключевое звено в инновационной цепочке [3]. На примере, Финляндии делается вывод о сетевой, то есть горизонтальной или кластерной, организации инновационных систем.

Объективные предпосылки для эффективного управления инновационной системой в целом находятся на определенной территории, то есть в регионе, имеющим конкурентные преимущества, на основе которых и формируется такая система. Элементами региональной инновационной системы являются финансовые институты, власти, бизнес, образование, государство. У каждой из заинтересованных сторон имеются свои цели.

Для начала процессов новой индустриализации в России необходимо по регионам проанализировать имеющиеся конкурентные преимущества, на основе которых и будут формироваться региональные инновационные системы. Алгоритм определения параметров формирования региональных инновационных систем следующий. Проводится отраслевой анализ региона и выявляются специфические конкурентные преимущества в позициях ведущих предприятий. Следующим этапом является анализ опыта и выявление успешной инновационной практики регионов. Затем выделяются работающие кластеры в регионах и их инновационный потенциал.

Этап системных преобразований (2011 – 2020 гг.), направленный на реализацию принятых федеральных целевых программ (ФЦП) регионального развития Российской Федерации, предполагает ежегодное финансирование из федерального бюджета в объеме до 80 млрд. рублей и увеличение доли внебюджетных источников в общем объеме финансирования до 90%. [4]. Эти ФЦП регионального развития основаны на следующих принципах: взаимосвязи и преемственности программ, ресурсосбережения, инфраструктурного обеспечения.

Список литературы:

1. Инновации как основа повышения качества жизни в России. Инновационный опыт Финляндии//Аналитический вестник Совета Федерации ФС РФ. 2010, № 10 (396)/www.budgetrf.ru/Publications/Magazines/VestnikSF/2010/VSF_NEW2010070...9.06.2013.
2. Обзор международного опыта инновационного развития//Наука и технологии России/www.strf.ru. Дата обращения 25.06.2013.
3. <http://sberbank.ru/common/img/uploaded/sbjr/10-08/014-015.pdf>.
4. Стратегия социально-экономического развития регионов Российской Федерации. Министерство регионального развития РФ. / <http://archive.minregion.ru/WorkItems/DocItem>.

УДК 338.2

УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЯМИ В РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**К.О. Хабаров**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Khko01@yandex.ru

Инструменты управления инвестициями подробно исследованы в литературе и имеют богатую практику их применения в различных отраслях производства. К таким инструментам относят: оперативное планирование и контроль ежедневного денежного потока, формирование реестра инкассации и регламента управления дебиторской задолженностью, выбор политик управления взаимоотношениями с клиентами, фокусировка на ключевых клиентах и разработка новой системы скидок, оптимизация систему управления товарными запасами и рационализация ассортимента продукции, управление затратами, оптимизация текущих затрат и отсрочка платежей, банковские и юридические меры для получения или реструктуризации дебиторской задолженности, экспресс-анализ безубыточности и планирование прибыли, текущее бюджетирование, финансовые инструменты антикризисного управления и т.д. [1].

Управление инвестициями в ресурсосберегающие технологии пищевых предприятий имеют некоторые особенности в отличие от других отраслей производства продукции.

В наше время, вторичная продукция на пищевых предприятиях в большинстве случаев совсем не используется и просто-напросто идет в отходы. Управление инвестициями в ресурсосберегающие технологии помогут использовать вторичную продукцию на пищевых предприятиях во благо, тем самым повышать её экономический эффект. Для этого нужно вложить экономические ресурсы в технологию в оборудование и в обучение работников, которые будут следить за этим производством.

Стратегической целью социально-экономической политики в долгосрочной перспективе является новое качество экономического развития – как по составу ориентиров и факторов роста, так и по динамике его конечных результатов. Наиболее общим выражением этой целевой установки является достижение значительного прироста эффективности производства, повышение устойчивости его развития и масштабов ресурсосбережения. Традиционно под ресурсосбережением понимается рост эффективности использования природных, сырьевых и энергетических ресурсов. Ресурсосбережение можно трактовать как более рациональное и эффективное использование всей совокупности ресурсов производственного и непроизводственного назначения в процессе реализации установок экономического развития. Следовательно, применение ресурсосберегающих технологий тождественно интенсификации воспроизводственных процессов. Также применение ресурсосберегающих технологий в отраслях пищевой промышленности – необходимые условия продовольственной независимости страны, под которой понимается снабжение основной части населения продуктами питания за счёт внутреннего производства, а для регионов дополнительно и с учётом межрегионального обмена. Только тогда можно снизить риск возникновения чрезвычайной продовольственной ситуации в случае прекращения поставок продуктов питания из-за рубежа.

Главным вектором ресурсосбережения на предприятии является предотвращение роста и снижение ситуационных издержек, возникающих в процессе производства, что позволит существенным образом сберечь материальные, трудовые и финансовые ресурсы, а также сократить, а в большинстве случаев исключить потери других видов ресурсов — человеческих, экологических и т.д. Помимо этого, снижение ситуационных издержек позволит увеличить продолжительность производственного процесса, сократить сроки плановых остановок производства. Рост же ситуационных издержек обусловлен повышением скорости расходования материальных и трудовых ресурсов вследствие отсутствия своевременной и целенаправленной реакции персонала на повышение скорости износа оборудования из-за низкой наблюдаемости факторов воздействия.

Поэтому ресурсосбережение на производственном предприятии состоит в своевременном выявлении и целенаправленном воздействии на факторы повышения скорости расходования мате-

риальных и трудовых ресурсов при эксплуатации оборудования. Обеспечить ресурсосбережение можно с помощью мониторинга технического состояния оборудования и эффективности действий персонала по ресурсосбережению. Мониторинг целесообразно строить снизу вверх, от причин к следствию — это обеспечит объективность и своевременность информации, и высокую скорость реакции персонала, и, как следствие, эффективность ресурсосберегающих мероприятий. Чем меньше ошибка мониторинга, тем выше эффективность ресурсосбережения.[2]

Учитывая усугубляющуюся экологическую обстановку, есть все основания считать ресурсосберегающий путь развития пищевой промышленности наиболее эффективным и способным обеспечить устойчивый социально-экономический рост. Экологизация пищевой промышленности позволит уменьшить количество отходов, а также сэкономить и высвободить из производственного процесса значительное количество природных ресурсов. Техничко-технологическое развитие пищевой промышленности региона сопряжено со многими экономическими и экологическими проблемами. Применение новых техники и технологий зависит не только от уровня их промышленной реализуемости, но также требует дорогостоящих инвестиций, которые могут быть оправданы только в рамках логики экологической эффективности. Экологический аспект чрезвычайно важен для решения проблемы учета долгосрочных экологических последствий принятия определенных экономических решений. В связи с этим можно выделить четыре критерия экологической устойчивости пищевой промышленности:

- по отношению к возобновляемым ресурсам должны соблюдаться пропорции хотя бы простого воспроизводства, т.е. их количество не должно уменьшаться;
- применительно к не возобновляемым ресурсам следует максимально возможно уменьшить темпы исчерпания их запасов с перспективой замены на неограниченные или возобновляемые ресурсы (альтернативные источники энергии, применение биотехнологий);
- в отношении отходов производства предполагается минимизировать их количество, применяя ресурсосберегающие безотходные и малоотходные технологии;
- контролировать уровень загрязнения (суммарного и по видам), не допуская превышения установленного уровня.

Экологический аспект нужно учитывать в процессе структурной перестройки производственной деятельности предприятий пищевой промышленности, а также при воздействии на структуру потребления продуктов питания. Поскольку устойчивое функционирование пищевой промышленности как субъекта экономики должно носить природоохранный характер, следовательно, принимать во внимание при анализе и определении перспективной стратегии её развития нужно не только экономическую, технологическую и социальную, но и экологическую эффективность.[3]

В связи с повышением приоритетности природоохранной деятельности, возросла общественная оценка незагрязненных природных ресурсов и объектов. На наш взгляд, традиционное понимание экономической эффективности как разницы между полными результатами и затратами производства необходимо расширить, рассматривая в результатах, наряду с объёмными, показатели качества продукции, а в затратах – косвенные (компоненты обратной связи), потеранный эффект, прямой и косвенный ущерб по замыкающим оценкам. Необходимо формирование системы экологического управления, что позволит выразить воздействие социально-экономических, технологических, природных ресурсов. Экологическое управление должно стать неотъемлемой частью социального управления.

К приоритетным направлениям в экологической политике в пищевой промышленности относятся:

- переоснащение производств на основе широкого внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий, безотходных экологически ориентированных процессов, использования возобновляемых источников энергии, утилизации и использования всех видов отходов;
- развитие нетрадиционной энергетики с использованием энергии ветра, солнечного излучения, биоэнергетических установок;
- переход на замкнутые циклы потребления технической воды промышленными предприятиями при минимизации загрязнения воды, внедрение современных технологий улавливания вредных веществ из промышленных выбросов.[4]

Для пищевой промышленности, перерабатывающей многокомпонентное сельскохозяйственное сырьё, проблема ресурсосбережения, комплексного использования сырья особенно важна, так как при переработке исходного сырья для получения основной продукции оно используется на 15-30%, а остальная часть переходит в отходы и вторичные сырьевые ресурсы [5]. Например, из-за технической отсталости молочной промышленности на питание идёт не более 60% содержащихся

в молоке полезных веществ, остальная часть возвращается на корм скоту или сливается в канализацию[6]. Рациональное использование именно этой части и составляет задачу, которую способны решить малоотходные ресурсосберегающие технологии. Трансформация традиционных технологий в малоотходные и ресурсосберегающие позволит перейти от открытых производственных систем (получение целевого продукта требует значительных затрат ресурсов и сопровождается образованием большого количества отходов) к полукрытым, а затем и к системам закрытого типа с полной переработкой всех ресурсов и утилизацией отходов.

Таким образом, переход от техногенного к ресурсосберегающему типу развития позволяет сэкономить и высвободить из производственного процесса значительное количество природных ресурсов, уменьшить количество загрязнений и отходов при повышении эффективности производства.

Список литературы:

1. <http://www.cio-junior.ru/itmer/2961>
2. <http://www.eg-online.ru/article/53931/>
3. Сизенко Е.И., Аксенова Л.М. Основные направления экологизации продуктов питания//«Пищевая промышленность». №12. 2008.
4. Прущак О.В. «Источники и факторы устойчивого развития реального сектора экономики»// Известия Самарского научного центра РАН: Специальный выпуск «Актуальные проблемы экономики». Самара. 2002. С. 46.
5. Комаров В.И. Ресурсосберегающие технологии и экологизация пищевой и перерабатывающей промышленности // Пищевая промышленность. 2001. №2. С.44.
6. Сизенко Е.И. Научное обеспечение пищевых и перерабатывающих отраслей АПК// Пищевая промышленность. 2000. №4. С.8.

УДК 336.6

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ

Л.Ю. Ласкина, П.А. Шаймарданова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

lu4istay@gmail.com

В экономической литературе существует множество определений понятия оценка риска, однако в общем случае под этим понимается систематический процесс выявления факторов и видов риска и их количественная оценка, то есть методология анализа рисков сочетает взаимодополняющие количественный и качественный подходы.

Источниками информации, предназначенной для анализа риска являются:

- бухгалтерская отчетность предприятия;
- карты технологических потоков (техничко-производственные риски);
- себестоимость производства продукции;
- финансово-производственные планы предприятия.

Выделяются два этапа оценки риска: качественный и количественный.

Задачей качественного анализа риска является выявление источников и причин риска, этапов и работ, при выполнении которых возникает риск.

Основная цель данного этапа оценки — выявить основные виды рисков, влияющих на финансово-хозяйственную деятельность. Преимущество такого подхода заключается в том, что уже на начальном этапе анализа руководитель предприятия может наглядно оценить степень рискованности по количественному составу рисков и уже на этом этапе отказаться от претворения в жизнь определенного решения.

Выделяют следующие методы оценки качественного анализа риска: метод экспертных оценок; карта риска; выделение факторов риска.

На этапе количественного анализа риска вычисляются числовые значения величин отдельных рисков и риска объекта в целом. Также выявляется возможный ущерб и дается стоимостная оценка от проявления риска и, наконец, завершающей стадией количественной оценки является выработка системы антирисковых мероприятий и расчет их стоимостного эквивалента.

Количественный анализ можно формализовать, для чего используется инструментарий теории вероятностей, математической статистики, теории исследования операций. Наиболее распространенными методами количественного анализа риска являются статистические, аналитические, метод экспертных оценок, метод аналогов.

Выделяют следующие методы оценки рисков предприятий:

1. Статистические методы
 - Метод оценки вероятности исполнения;
 - Метод анализа вероятностных распределений потоков платежей;
 - Технология «Risk Metrics»;
2. Аналитические методы
 - Анализ чувствительности;
 - Метод корректировки нормы дисконта с учетом риска;
 - Метод достоверных эквивалентов;
 - Метод сценариев;
3. Специальные методы и модели
4. Метод аналогов

В настоящее время сложилась такая ситуация, что для предприятий существует множество методик оценки рисков, но, к сожалению, для индивидуальных предпринимателей они отсутствуют. Поэтому целью данной работы является адаптирование существующих методик оценки рисков для индивидуальных предпринимателей.

Рассмотрим некоторые методы, на примере, «Выездного салона красоты Smile». Для оценки можно использовать концепцию приемлемого риска. Суть состоит в том, что риск не обязательно полностью устранять, достаточно снизить его до приемлемого уровня, когда он перестает быть угрожающим. При использовании данного метода одним из ключевых является вопрос, что считать "допустимым" уровнем риска, поэтому обозначим границы.

1. уровень чрезмерного риска;
2. допустимый уровень риска (в нашем случае, это когда вложения в недельную рекламу не приносят прибыль и равняются сумме затрат на рекламу (то есть 900руб. в неделю));
3. уровень малого риска.

Весь спектр значений риска этими границами разбивается на три области, которые по "принципу светофора" можно обозначить соответствующими цветами:

Таблица 1

Уровни рисков

Цвет области риска	Наименование области риска	Характеристика риска
Красный	область чрезмерного риска	расходы на недельную рекламу не покрываются доходами. Доходы=0руб. Расходы=900руб.
Желтый	область допустимого риска	Вложения в недельную рекламу не приносят прибыль и равняются сумме затрат на рекламу (то есть 900руб. в неделю) Доходы (900руб.) – Расходы (900руб.)
Зелёный	область малого риска	Доходы чуть больше расходов (в нашем случае от 900 руб.) Доходы=900руб.+ 900руб.; Расходы=900руб.

Если риск находится в "зеленой" области, никаких особых мер управления им не требуется, кроме контроля возможного повышения его уровня. Если конкретный риск попал в "красную" область, то обязательно проведение мероприятий для его снижения в категорию допустимого или малого риска.

При принятии решений по управлению рисками в "желтой" области используется принцип ALARA/ALARP (по начальным буквам фразы "as low as reasonable applicable / practicable" - "настолько низкий, насколько это оправдано / практически обосновано"). Данный подход подразумевает максимально возможное снижение риска, достигаемое за счет реально имеющихся ограниченных ресурсов (повышение уровня оформления). То есть принимаются только те меры, которые считаются разумными и доступными с практической точки зрения. Реализация данных мер не должна требовать неоправданно высоких материальных или трудовых затрат.

Рассмотрим методику оценки рисков с помощью коэффициента риска (Kp).

$$Kp = Y \div C, \tag{1}$$

$$Kp = 900 \div 900 = 1$$

где Y — максимально возможная величина убытка от проводимой операции в ходе коммерческой деятельности – в нашем случае это недельные издержки на рекламу 900 руб; C — объем собственных финансовых средств, руб. – 900 руб. в неделю.

Согласно шкале оценки рисков таблица 2 у «Выездного салона красоты Smile» риск чрезмерный.

Шкала оценки рисков

Оценка риска	Значение Кр
Малый риск	0 – 0,3
Допустимый риск	0,3 – 0,6
Чрезмерный риск	более 0,6

Есть еще один способ быстрого и сжатого отображения рисков, препятствующих достижению стратегических целей, это построение карты рисков. *Карта риска* – это графическое и текстовое описание ограниченного числа рисков организации, расположенных в прямоугольной таблице. На данной карте рисков вероятность наступления или частота возникновения риска отображается по вертикальной оси она, в свою очередь, разделена на три области на минимальную, среднюю и высокую вероятность наступления. Значимость риска или сила его воздействия располагается по горизонтальной оси, которая так же разделена на три области. В этом случае вероятность появления риска увеличивается снизу вверх при продвижении по вертикальной оси, а воздействие риска увеличивается слева направо по горизонтальной оси. Арабские цифры на карте обозначают порядковый номер выявленных рисков.

Каждый риск размещается в отдельную «ячейку», что упрощает процесс установки приоритетов, показывая положение каждого риска относительно других. Жирная ломаная линия – это критическая граница терпимости к риску. При выявлении критических рисков сценария (причинно-следственная связь процессов, событий и действующих факторов риска), приводящие к рискам выше этой границы, считаются чрезвычайными рисками.

Итак, выявим возможные риски для «Выездного салона красоты Smile»:

1. Неэффективность рекламы;
2. Некупаемость рекламы;
3. Потеря клиента из-за некомпетентности мастера;
4. Потеря клиента из-за отсутствия профессионализма мастера;
5. Большая степень привязки к конкретному человеку (к мастеру);
6. Высокая конкуренция в индустрии красоты;



Рис. 1. Карта риска «Выездного салона красоты Smile»

Как мы видим, риски, лежащие выше границы терпимости к риску, требуют непосредственного внимания именно сейчас. В ситуации «Выездного салона красоты Smile» их 5 из 6 имеющихся рисков и требуют к себе особого внимания.

Важно понять, что окончательная ценность карты риска организации состоит не в определении точного воздействия или уровня вероятности специфической угрозы, а в относительном расположении одной угрозы относительно других угроз, и в их расположении по отношению к границе терпимости к риску.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что, несмотря на отсутствие методов оценки рисков индивидуальных предпринимателей, проводить анализ и оценку уровней рисков возможно, опираясь на существующие методики, разработанные для предприятий реального сектора экономики. Определяющим фактором будет являться наличие информации о данной организации.

Список литературы:

1. Вяткин В.Н., Вяткин И.В., Гамза В.А., Екатеринбургский Ю.Ю. Риск – менеджмент. – Изд-во Дашков и Ко, 2003. 512 с.
2. Гранатуров В.М. Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения. – М.: Дело и сервис, 2010. 208 с.
3. Коршунова Л.Н., Проданова Н.А. Оценка и анализ рисков. Изд-во Феникс, 2007. 96 с.

УДК 338.1

ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ КОНДИТЕРСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «КОНДИТЕРСКИЙ КОНЦЕРН БАБАЕВСКИЙ»)

Г.П. Петропавлова, П.А. Шаймарданова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

lu4istay@gmail.com

Инновационный путь развития российского пищевого производства происходит в условиях жесткой конкуренции. Это обуславливается отраслевой привлекательностью, заинтересованностью инвесторов вкладывать средства в данную отрасль, а также наличием возможности привлечь квалифицированных кадров.

Например, компания Barry Callebaut выделяет в год до 20 миллионов франков на цели исследования и развития. Результатом этих исследований являются ранее невиданные инновационные продукты, такие как шоколад для аллергиков, произведенный без применения лактозы, или, например, нетающий шоколад, хорошо пригодный для поставок в тропические страны.

Инвестируются деньги в производство и апробацию самых разных видов одного и того же продукта с тем, чтобы как можно более точно угодить конечному потребителю, так, например, выводя батончик KitKat на японский рынок, Nestle разработала около 200 моделей с самыми разными вкусовыми нотами – от соевого соуса до зеленого чая, дыни и сладкого картофеля.

А, например, производимая компанией Nestle в высшей ценовой категории марка Cailler принципиально опирается на принцип покупательских предпочтений: каждый может обратиться в компанию и заказать себе шоколад этого бренда с любыми вкусами и наполнителями – если надо, хоть с водкой и селедкой.

Еще один интересный инновационный путь развития мы можем наблюдать в компании из ОАЭ Al Nassma. Она представила покупателям первый в мире элитный шоколад из верблюжьего молока. Важным преимуществом шоколада из верблюжьего молока является его натуральность и присутствие только полезных веществ. Он не содержит консервантов, искусственных добавок, только натуральные – орехи, мед и специи. Кроме того, верблюжье молоко, которое является основным компонентом этого элитного шоколада, гораздо полезнее чем коровье, оно содержит меньше жиров, лактозы, в пять раз больше витамина С, и инсулина, что крайне важно для диабетиков. Эти свойства шоколада из верблюжьего молока делают его исключительно полезным продуктом, выделяя среди шоколадного многообразия на этом рынке. Оригинален не только состав этого шоколада, но и его упаковка. Он выпускается в виде фигурок верблюдов.

Вообще, в последнее время тема велнеса и здорового питания становится все более актуальной в шоколадной индустрии. Поэтому производители сейчас выпускают множество новинок связанных со здоровым питанием. Например, начали выпускать шершавые мятные конфетки для очистки языка, конфеты для повышения работоспособности, а также леденцы с успокаивающими травами на основе сока лимона и цветков лайма. Эти леденцы особенно рекомендованы курильщикам, их упаковка по своей форме даже напоминает пачку сигарет. Что касается конфет, сладостей, фруктовых жевательных резинок и схожих кондитерских изделий, все больше производителей предлагают продукты без содержания сахара.

Сейчас все большее количество компаний в своей маркетинговой политике ссылаются на многочисленные научные труды и факты положительного влияния шоколада на здоровье потребителей. Так, например, по мнению некоторых экспертов, какао увеличивает продолжительность жизни. Инновационные продукты содержат так называемый «IQ» шоколад, который значительно увеличивает способность к концентрации, а также шоколад, укрепляющий иммунную систему.

На российском рынке среди различных кондитерских компаний Кондитерский Концерн Бабаевский является достойным примером в инновационном пути развития.

Например, раньше на предприятии использовали жесткие автоматические линии для производства своей продукции, стоимость которых составляла несколько миллионов долларов, перена-

ладка с одного вида конфет на другой занимала несколько часов, при этом потери составляли десятки и сотни килограмм продукции. Весь ассортимент продукции такой линии состоял, как правило, из 5-6 наименований. Благодаря появлению гибкой компактной автоматической линии АС 275 «One-Shot» переналадка стала занимать 1 минуту, потери при переналадке - 1-2 кг продукции, ассортимент может составлять 30-40 наименований различных типов шоколадных изделий, начиная от конфет до шоколада с орехами или воздушного.

Также в концерне осуществился проект в 2011 г. по разработке и технической реализации автоматизированного учета сырья и готовой продукции «Визит-2». Эффект от данного проекта это сокращение потерь сырья и готовой продукции.

В том же году была переоборудована линия №10 карамельного цеха под выпуск карамели «Малютка». В результате этого нововведения линия №10 с августа по декабрь 2011 г. выпустила 797 тонн «Малютки», что привело к росту в 40 раз, поскольку до августа линия выпустила всего 21 тонну карамели «Снежок».

Таблица 1

SWOT-анализ

	Благоприятные факторы (О)	Т	Неблагоприятные факторы (Т)
1	Снижение уровня инфляции	T1	Повышение таможенных тарифов на ввоз какао.
2	Рост доходов населения	T2	Сезонность спроса на шоколад
3	Изменение потребностей населения в сторону здорового питания	T3	Снижение численности населения в трудоспособном возрасте
4	Совершенствование технологического оборудования и технологии производства	T4	Конкуренция со стороны иностранных производителей
5	Увеличение потребления кондитерских изделий в России	T5	Увеличение цен на ввозимое сырье со стороны поставщиков
6	Рост рынка шоколада	T6	Высокая концентрация производителей и конкуренция в отрасли среди существующих игроков
7	Практически отсутствующая вероятность появления новых крупных конкурентов из-за высоких барьеров вхождения в отрасль	T7	Усиление конкуренции в среднеценовом сегменте
8	Выход на мировой рынок концерна «Бабаевский»	T8	Большое количество товаров-заменителей
	Сильные стороны организации (S)	W	Слабые стороны организации (W)
1	Высокое качество продукции, использование натуральных компонентов	W1	Большая часть продаж сосредоточена в центральном регионе
2	Разработка новой продукции	W2	Неполное использование новых производственных мощностей
3	Наличие фирменных магазинов, торговых домов в регионах	W3	Неэффективная ценовая политика
4	Хорошая мотивация персонала, социальная программа для персонала.	W4	Слабая рекламная поддержка выпускаемой продукции
5	Участие в международных выставках и ярмарках		
6	Узнаваемость бренда		
7	Переоснащение и модернизация оборудования, серьезных сбоев в работе и простоев не наблюдается		

Однако, «Кондитерскому концерну Бабаевский» есть куда расти. Поэтому для разработки направлений инновационного развития ОАО «Кондитерский концерн Бабаевский» и выбора инновационного проекта на основе SWOT-анализа была составлена вспомогательная таблица, с помощью которой был проведен анализ путем сопоставления сильных и слабых сторон концерна с благоприятными и неблагоприятными факторами внешней среды, на основе которых были разработаны мероприятия.

В результате сопоставления четырех областей SWOT-анализа образовались пары факторов, влияющих друг на друга и взаимодействующих между собой. Исходя из составленной матрицы можно подвести итог, что наибольшее количество повторяющихся реакций организации это разработка и выпуск нового продукта, и увеличение сети торговых домов и фирменных магазинов. Соответственно для дальнейшего развития концерна, необходимо придерживаться данных реакций, таким образом, ещё больше повысится эффективность работы «Кондитерского концерна Бабаевский».

Список литературы:

1. Передовые технологии для продукции будущего [Электронный ресурс] / Инновации – Режим доступа: <http://uniconf2.ru/#innovations>, свободный.
2. Кондитерский концерн Бабаевский [Электронный ресурс] / О компании «Кондитерский концерн Бабаевский» - Режим доступа: <http://www.uniconf.ru/ru/structure/?id=4420>, свободный.
3. Кондитерский концерн Бабаевский [Электронный ресурс] / О компании «Кондитерский концерн Бабаевский» - Режим доступа: <http://babaev.ru/index.html>, свободный.
4. Новости бизнеса [Электронный ресурс] / Инновации в бизнесе: элитный шоколад – Режим доступа: <http://ubr.ua/business-practice/innovation-in-business/nnovacii-v-biznese-elitnyi-shokolad-69342>, свободный.
5. Konditer prom [Электронный ресурс] / Тенденции и инновации мировой кондитерской индустрии – Режим доступа: <http://www.konditerprom.ru/articles/5029>, свободный

УДК: 330.16

ОЦЕНКИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ДОСТИЖЕНИЙ В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОБЛЕМЫ РИСКА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

О.А. Шапиро

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

olga_shapiro@mail.ru

Доказательством актуальности проблема риска предпринимательской деятельности для современной теории и практики является существующие в экономической литературе многообразные варианты реконструкций теоретического осмысления риска предпринимательской деятельности. Однако с точки зрения оценок теоретических достижений, исторические реконструкции и их авторов, условно можно поделить на две основные группы. В одной из них будут те, кто дает решительно высокие оценки уровню теоретической разработки проблемы предпринимательских рисков [1]. В другой группе будут те авторы, чьи оценки менее категоричны [2].

Так, первая группа полагает, что начавшееся от идей французского экономиста Р. Кантильона (XVII в.) осмысление понятия риска, как функциональной характеристики предпринимателя, связанное с исследованиями природы дохода предпринимателя, было развито в работах классиков политэкономии: А. Смита, Д. Рикардо, Дж. Милля, И. С. Сениора до уровня «классической теории предпринимательского риска».

Положения этой теории формулируются следующим образом:

- предпринимательская прибыль состоит из процента на вложенный капитал, заработной платы предпринимателя и платы за риск (возмещение возможного ущерба, связанно с предпринимательской деятельностью);

- прибыль растет с ростом риска, но меньшим темпом;

- наемный работник не несет риска, поэтому получает не прибыль, а фиксированную зарплату;

- риск трактуется как ожидаемая величина потерь.

Далее, на основе критики «классической теории» формируется «неоклассическая теория предпринимательского риска», создателями которой считаются А. Маршалл и А. Пигу.

Вкладом «неоклассической теории» риска в общую копилку достижений считается:

- классификация рисков, которые делятся на предпринимательские, обусловленные изменениями рыночной конъюнктуры, и личные, возникающий при использовании заемного капитала;

- определение условий принятия решений – предприниматель, принимает решения в условиях неопределенности, учитывая размер ожидаемой прибыли и величину ее возможных колебаний (потерь).

Базовые положения «классической» и «неоклассической теории» были развиты Ф. Найтом в работе «Риск, неопределенность и прибыль», поставившим вопрос о соотношении или разграничении риска и неопределенности. Ф. Найт рассматривал риск как событие, объективную вероятность наступления которого можно выразить количественно, в частности в виде математически вероятностного распределения доходов [3].

Следующий шаг сделал Дж. Кейнс, который предложил новый термин «издержки риска» как издержки, компенсирующие отклонение фактической выручки от ожидаемой. Кейнс выделял три вида рисков: предпринимательский риск (риск заемщика), риск кредитора и риск инфляции.

Вторая группа оценок по отношению к прошлым достижениям не формулируется в столь категоричной форме – «классическая» и «неоклассическая» теории предпринимательского риска. Признавая факт значимости идей, высказанных в прошлом по поводу предпринимательского риска, видимо, авторы исходят из того, что современное представление о предпринимательских рисках многим обязано экономистам классической и неоклассической теории, но лишь косвенно, но мало непосредственно. Рубежной или знаковой работой по исследованию риска, заложившей основу теории, считается упомянутая работа Ф. Найта.

В подтверждение справедливости столь умеренной оценки состояния теории риска можно привести высказывание Дж. Хикса. В работе «Стоимость и капитал» (1939) [4], вышедшей почти через два десятилетия после работы Ф. Найта «Риск, неопределённость и прибыль» (1921), отмечается, что риск является чрезвычайно важным фактором предпринимательского мира и, что в ожиданиях предпринимателей элемент риска учитывается, но это не самый лучший способ исследовать проблему риска. «Сам я считаю, что необходима Экономическая Теория Риска, не зависящая от Теории Экономической Динамики,...» [4, с231]. Из слов Дж. Хикса можно заключить, что экономические исследования риска, которые могли бы быть классифицированы как более или менее целостная теория, к концу 30-х гг. XXв. отсутствовали.

Последующее развитие исследований по проблемам риска все еще мало связано с познанием его экономической природы как внутренне связанным с предпринимательской деятельностью, а не только с ожиданиями предпринимателей. Современные исследования риска нацелены на учет вероятности предсказания наступления тех или иных событий в будущем, т.е. факторов внешних по отношению к предпринимателю и относящихся более к характеристике среды его деятельности, чем к самой деятельности.

Однако обратим внимание на работу М. Фридмена и Л. Дж. Сэвиджа «Анализ полезности при выборе среди альтернатив, предполагающих риск» (1948) [5].

Во-первых, авторы указанной работы, ставят проблему более широко: как отношение людей к риску, а не только предпринимателей и считают риск важной категорией при выборе альтернатив экономической деятельности.

Во-вторых, полагая, что любой человек подвергается риску, поэтому важна оценка степени риска при получении доходов (или вероятность его неполучения) в широкой сфере экономических альтернатив деятельности, различающихся пределами непостоянства (неопределенности).

В одних профессиях или сферах деятельности пределы непостоянства (неопределенности) узкие, в других более широкие. Степень непостоянства коррелирует с вероятностями получения доходов разных уровней.

М. Фридмен и Л. Дж. Сэвидж отмечают, что решения человека, в которых риск играет важную роль, «касаются использования имеющихся у него возможностей: какой профессией заняться, в какой предпринимательской деятельности участвовать, как инвестировать капитал...» [5, с.215].

Альтернативное использование возможностей человека при реализации потребности к труду или деятельности, обеспечивающей получения доходов, классифицированы ими по трем широким группам в соответствии со степенью предполагаемого риска:

К первой группе относятся люди, возможности которых допускают небольшой риск или никакого риска в получении денежного дохода – профессии учителя, конторского служащего, деловые предприятия типового предсказуемого образца, ценные бумаги как правительственные облигации, некоторая недвижимость в частном владении.

Во вторую группу вошли те, чьи возможности рисковать были оценены как средние, однако не приводящие к большой прибыли или очень большим убыткам. Это – профессии зубного врача, бухгалтера, некоторые виды административной работы, деловые предприятия обычного типа, но в которых присутствует конкуренция, достаточная, чтобы сделать результат совершенно неизвестным; ценные бумаги, как облигации низкого класса, привилегированные акции, обыкновенные акции высокого класса;

Третью группу составили люди с возможностями, допускающими большой риск, с некоторой вероятностью очень большой прибыли и с некоторой вероятностью очень больших убытков – профессии, предполагающие физические риски, или такие профессии, как медицина и право; деловые предприятия в неиспытанных областях; ценные бумаги спекулятивного типа, некоторые виды недвижимости.

Приведенная классификация показывает, что привлекательность предпринимательства связывается с возможностями человека идти на риск, т.е. с его психикой, а не степенью неопределенности внешней среды.

Когда утверждается, что любая предпринимательская деятельность неизбежно связана с риском, то такое утверждение верно. Риск является обязательным элементом любой экономики. Существование риска как неотъемлемой части объективности экономического развития, безусловно, следует признавать.

В литературе распространено мнение, что объективность риска выводится из ограниченности (конечность) материальных, трудовых, финансовых, информационных и других ресурсов. Ограниченность ресурсов вызывает в реальности их дефицит и способствует появлению риска как

элемента хозяйственного процесса. Риск означает неопределенность, связанную с некоторым событием. И какие бы усилия предприниматель ни прилагал для минимизации рисков, они всегда существуют – вопрос только в их величине. Поэтому для предпринимательской деятельности важным является не избежание риска вообще, а предвидение и снижение его до минимального уровня.

Но, вряд ли, в контексте ранее изложенного, можно считать правильными такие утверждения, что любой предприниматель стремится избегать рисков, минимизируя наступление событий, связанных с ним. Представляется, что правомерным будет вывод, что проблема риска должна рассматриваться не только с точки зрения ограниченности ресурсов, но самих предпринимателей и их отношении к риску.

Кроме того, степень вероятности наступления рискованного события зависит не только, от того являются ли ресурсы свободными или ограниченными, но и от состояния институциональной среды, в которой действует предприниматель. Реальный предприниматель, тот который ориентирован на неумеренно высокий доход, явно или неявно исходит из того, что в любой среде есть сектора наименьшей определенности, и что именно там он сумеет реализовать свой «рисковый потенциал», действуя в условиях низкой степени неопределенности. У каждого предпринимателя есть приемлемый для него уровень риска, которого он надеется избежать. Предприниматель получает высокие доходы не потому, что он попадает в зону риска, а потому что он считает, что у него имеются шансы его обойти, что и сохраняет его интерес вообще заниматься бизнесом и получать прибыль. Безрисковая среда не привлекает предпринимателя как человека имеющего склонность к риску, поскольку она не дает ему шансов на получение высоких доходов.

Таким образом, оценка теоретических достижений в исследовании риска предпринимательской деятельности пока не может быть высокой. Анализ имеющихся разработок проблемы предпринимательских рисков показал, что в их логике и содержании практически исключается «человеческий фактор» или психологические способности, качества самих предпринимателей, которые, как было показано выше, различаются по психологическому отношению к риску. Поэтому сводить проблему риска только к общим причинам существования экономических проблем – ограниченности ресурсов, значит не учитывать многозначность факторов предпринимательской деятельности.

Список литература:

1. История развития исследования теории риска / www.puckinet.ru (22.12.12.)
2. Риск– Википедия – / ru.wikipedia.org (16.01.13)
3. Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль: Пер. с англ. М.: Дело, 2003
4. Хикс Дж.Р. Стоимость и капитал: Пер. с англ. М., «Прогресс», 1993
5. Фридмен М., Сэвидж Л. Дж. Анализ полезности при выборе среди альтернатив, предполагающих риск/ Теория потребительского поведения и спроса. Серия «Вехи экономической мысли» Вып.1. СПб: Экономическая школа, 1993.

УДК 332.12

**ВЛИЯНИЕ КРУПНОГО ГОРОДА
НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ²****Ю. Е. Каплина**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

jkaplina@projects.niuitmo.ru

Развитие крупных городов мира всегда находилось в поле зрения специалистов различных областей знания. Менялись исторические эпохи и формации, трансформировалась территориальная организация и приоритеты развития хозяйства, однако крупные города всегда оставались во главе прогресса, и интерес к ним никогда не угасал. В современном мире города играют роль организующих элементов, они как бы структурируют его территорию и экономику. Большая часть населения России проживает в городах, в них сосредоточен основной экономический потенциал страны. Города обеспечивают условия для ведения бизнеса в период постиндустриального развития и создают условия для выбора человеком возможностей и социальных ролей. Само существование городов обуславливает концентрацию в них экономического, культурного и информационного потенциала и на основе таких сложившихся потенциальных возможностей обеспечивает качественные «прорывы» в развитии экономики и других сфер общественной жизни [1].

С другой стороны, чем крупнее и благоустроеннее становятся города, тем больше ресурсов им требуется из окружающей среды и тем выше риск нанесения природной среде непоправимого ущерба. Подсчитано, что в сутки городу с населением в один миллион человек требуется 625 тысяч тонн воды, 2 тысячи тонн пищи, 4 тысячи тонн угля, 2800 тонн нефти, 2700 тонн газа и 1000 тонн топлива для автомобилей. Отходы такого города огромны: 500 тысяч тонн сточных вод, 2000 тонн твердых отходов, в атмосферу выделяется 150 тонн соединений серы, 100 тонн оксидов азота, 100 тонн углеводорода, 450 тонн окиси углерода [3]. Растущая концентрация промышленных предприятий на городских территориях, бесконтрольное увеличение масштабов застройки, сокращение доли рекреационных территорий, замещаемых зонами производственного назначения и новыми линиями транспортных и инженерных коммуникаций, привели к нарушению равновесия техногенной и природной среды. Эта проблема связана, во-первых, с концентрацией значительного числа людей в одном месте, во-вторых, с человеческой психологией и этикой. Человеку трудно осознать, что потребление ресурсов может быть ограниченным, что нужно задумываться о потребностях будущих поколений [8].

В противовес этой тенденции была выдвинута идея о необходимости переосмысления традиционных и формирования новых базовых принципов развития – идея устойчивого развития. Английский термин *sustainable development*, о котором начали говорить на международном уровне более 30 лет назад, был переведен на русский как «устойчивое развитие» и до сих пор вызывает неоднозначную оценку.

Первоначально, по мнению В.И Данилова-Данильяна, он появился в природопользовании примерно в середине XIX века. Вели его в оборот немецкие лесоводы: «они имели в виду такую систему эксплуатации лесов, при которой лес сохраняется, вырубка не превосходит естественного прироста и лесосеки организованы таким образом, что, применяя современную терминологию, лесная экосистема воспроизводится без потерь»[9].

Из природопользования, где его применяли с явной ориентацией на локальные экосистемы, термин «устойчивое развитие» был перенесен в глобальную экологию. Вплоть до середины XX века ученые не придавали значения экологическим ограничениям в экономическом развитии. Природа рассматривалась как некая бесконечная кладовая, богатства которой надо лишь своевременно обнаруживать и эксплуатировать. Проведение в 1972 году в Стокгольме Конференции ООН по окружающей человека среде и создание Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) оз-

² Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 13-02-01035

наменовало включение международного сообщества на государственном уровне в решение экологических проблем, которые стали сдерживать социально-экономическое развитие.

С 1980 года в мире пришло понимание необходимости перехода к «развитию без разрушения». По инициативе Генерального секретаря ООН в 1984 году создается Международная комиссия ООН по вопросам окружающей среды и развития, которую возглавила премьер-министр Норвегии Гру Харлем Брундтланд. Работа комиссии, которая фактически занималась разработкой концепции устойчивого развития, отличалась открытостью и широким привлечением различных слоев общества к обсуждению проблемы. Комиссия работала в 1984 – 1987 гг. и представила программный доклад «Наше общее будущее» [5], посвященный совместному поиску оптимального пути «устойчивого развития»

Доклад Комиссии Брундтланд и изданная в 1991 г. ЮНЕСКО книга ведущих экономистов и экологов «Экологически сбалансированное экономическое развитие: дополнение к Брундтланд» под редакцией Р.Гудлэнда, Г.Дейли и С.Эль Серафи легли на стол собравшейся в 1992 г. в Рио-де-Жанейро Конференции ООН по окружающей среде и развитию в качестве основных рабочих материалов.

Конференция приняла программу ООН «Повестка дня на XXI век», базирующуюся на докладе Комиссии Брундтланд и явившуюся основой для разработки национальных программ по переходу к устойчивому развитию, которую к настоящему времени имеют более ста стран мира.

Таким образом, концепция устойчивого развития стала качественно новым подходом к проблемам, которые раньше или не замечались, или не осознавались как важные, или считались не относящимися к сфере экономической науки. Глубоко не изучались последствия экономического развития на природу и обратное – влияние экологической деградации на состояние трудовых ресурсов, качество жизни, развитие экономики в целом. Доминирующая до сих пор в экономике парадигма базируется на некоторых предположениях о мире, которые, будучи очень полезными для эффективного распределения ресурсов в краткосрочном промежутке времени, менее точны и полезны в работе с более долгосрочными, широкими и сложными проблемами устойчивого развития.

В России необходимость радикальных изменений в экономической модели мира и страны также осознается. В связи с чем, был подписан ряд программных документов, определяющих согласованную политику стран мира по обеспечению устойчивого развития. Руководствуясь ими, Президент России утвердил «Основные положения государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» (Указ № 236 от 4 февраля 1994 г.) и «Концепцию перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» (Указ № 440 от 1 апреля 1996 г.).

Рекомендации международных форумов по вопросам охраны окружающей среды и обеспечению устойчивого развития были учтены в Экологической доктрине Российской Федерации, одобренной распоряжением Правительства Российской Федерации [6]. В ней сформулированы: стратегическая цель, задачи, принципы, основные направления государственной политики в области экологии с позиций устойчивого развития, а также названы пути и средства ее реализации, в том числе на региональном уровне.

В 2008 году была принята Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [7], которая в качестве основных целей развития определяет «устойчивое повышение благосостояния российских граждан, национальной безопасности, динамичного развития экономики, укрепления позиций России в мировом сообществе». Концепция ставит конкретные задачи по модернизации экономики, обеспечению гражданских и политических прав граждан, развитию человеческого капитала и другие, поэтому можно сказать, что на сегодняшний день она является основным политическим документом, отражающим цели развития страны в системе координат устойчивого развития [2].

Сегодня, определяя «устойчивое развитие», необходимо исходить из следующих взаимосвязей трех сфер общественно-хозяйственной жизни экономики, экологической сферы и социальной сферы: центральное место во взаимодействии указанных сфер занимает сфера экономики, которая вовлекает в свой воспроизводственный процесс природные ресурсы из экологической сферы и человеческие ресурсы из социальной сферы и передает ей доходы, а экологической сфере продукты и отходы производств. Устойчивое развитие предполагает наличие позитивных конечных результатов во всех трех указанных сферах, а также сбалансированность связей между ними.

Кроме этого, в апреле 2012 года Президентом Российской Федерации были утверждены «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на

период до 2030 года» [10], целью которых является решение социально-экономических задач, обеспечивающих экологически ориентированный рост экономики, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов для удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, реализация права каждого на благоприятную окружающую среду, а также укрепление правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности [2].

Представлявший Россию на Конференции «Рио+20» Председатель Правительства РФ Д. А. Медведев подчеркнул, что «общество, экономика и природа неразделимы. Именно поэтому нам нужна и новая парадигма развития, которая способна обеспечить благосостояние общества без избыточного давления на природу. Интересы экономики, с одной стороны, и сбережение природы, с другой стороны, должны быть сбалансированы и должны ориентироваться на долгосрочную перспективу» [4].

Устойчивость развития региона или города обеспечивается как состоянием национальной экономики и эффективностью социально-экономической политики правительства, так и способностью регионов и городов самостоятельно решать текущие проблемы и формировать стратегические цели развития. От того, насколько успешно здесь будут решаться конкретные проблемы реформирования и развития экономики, зависят результаты устойчивого социально-экономического развития страны в целом. Для того чтобы подчеркнуть важность работы на местах, был сформулирован лозунг – «мыслить глобально, действовать локально». Именно это обстоятельство заставляет обратить пристальное внимание, прежде всего, на то, как идеи устойчивого развития могут быть претворены в жизнь на уровне городов, поскольку представляется, что на данном этапе развития человечества именно города становятся главными субъектами его устойчивого развития.

Список литературы:

1. Глухова Е.В. О роли городов в развитии мировой экономики // *Фундаментальные исследования*. 2006. № 4. С. 25 – 27.
2. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации [Электронный ресурс] // URL: <http://www.undp.ru/documents/NHDR-2013.pdf> (дата обращения: 28.06.2013)
3. Загрязнение городов. [Электронный ресурс] // URL: <http://ximiki-07.narod.ru/zaggor.htm> (дата обращения: 28.06.2013).
4. Институт устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации [Электронный ресурс]. Председатель Правительства РФ Д.А. Медведев выступил на Конференции ООН по устойчивому развитию «Рио+20» // URL: <http://www.sustainabledevelopment.ru/index.php?cnt=192> (дата обращения: 28.06.2013).
5. «Наше общее будущее» [Электронный ресурс]. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию. // URL: <http://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (дата обращения: 28.06.2013)
6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 августа 2002 г. № 1225-р.
7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.
8. Система муниципального управления: Учебник для вузов. / Под редакцией В. Б. Зотова. / СПб.: Лидер, 2005. 493 с: ил. (Серия «Учебник для вузов»).
9. Устойчивое развитие: утопия или императив? [Электронный ресурс] Сводоклад на заседании клуба «Свободное слово», 10 апреля 2002 года. // URL: <http://kadry.viperson.ru/wind.php?ID=478851> (дата обращения: 28.06.2013)
10. Утверждены Президентом Российской Федерации 30 апреля 2012 года.

УДК 331; 338.2

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ И ЕГО РОЛЬ В МОДЕРНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ³**М.В. Валдайцева**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

jelma93@yandex.ru

Теория человеческого капитала базируется на достижениях институциональной теории, неоклассической теории, неокейнсианства и других экономических теориях. Она возникла с появлением проблемы углубленного понимания роли человека и накопленных результатов его интеллектуальной деятельности на темпы и качество развития общества и экономики. Толчком к созданию этой теории стали статистические данные роста экономик развитых стран мира, которые превышали расчеты, базирующиеся на учете классических факторов роста. Анализ реальных процессов развития и роста привел к утверждению человеческого капитала в качестве основного производственного и социального фактора развития современной экономики и общества.

Вклад в развитие современной теории человеческого капитала внесли Т. Шульц, Г. Беккер, Э. Денисон, Р. Солоу, Дж. Кендрик, С. Кузнец, С. Фабрикант, И. Фишер, Р. Лукас и другие экономисты, социологи и историки.

Экономическая категория «человеческий капитал» формировалась постепенно, и сначала ограничивалась знаниями и способностью человека к труду. Длительное время человеческий капитал считался только социальным фактором развития, то есть затратным фактором, с точки зрения экономической теории. Считалось, что инвестиции в воспитание, в образование являются непроизводительными. Во второй половине XX столетия отношение к человеческому капиталу и образованию постепенно кардинально изменилось.

В настоящее время на базе теории и практики человеческого капитала сформировалась и совершенствуется успешная парадигма развития США и ведущих европейских стран. На основе теории человеческого капитала отставшая было Швеция, модернизировала свою экономику и вернула в 2000-х годах лидерские позиции в мировой экономике. Финляндия за исторически короткий период времени сумела перейти от сырьевой в основном экономики к инновационной экономике. [3]

Человеческий капитал в широком смысле — это интенсивный производительный фактор экономического развития, развития общества и семьи, включающий образованную часть трудовых ресурсов, знания, инструментарий интеллектуального и управленческого труда, среду обитания и трудовой деятельности, обеспечивающие эффективное и рациональное функционирование человеческого капитала как производительного фактора развития.

Человеческий капитал является сложным фактором развития, фундаментом роста ВВП в сочетании с инновациями и высокими технологиями в современных условиях. Отличие этого фактора от природных ресурсов, классического труда и обычного капитала состоит в необходимости постоянных повышенных инвестиций в него и существование значительного временного лага в отдаче от этих инвестиционных вложений. Причем, основную долю инвестиций в человеческий капитал в передовых странах мира осуществляет государство, что можно считать одной из его важнейших функций в части регулирования экономики.

Особо следует отметить то, что в человеческом капитале можно выделить не только положительную (созидательную) часть, но и отрицательную (разрушительную) часть.

Отрицательный человеческий капитал — это часть накопленного человеческого капитала, не дающая какой-либо полезной отдачи от инвестиций в него для общества, экономики и препятствующая росту качества жизни населения, развитию общества и личности. В качестве примера отрицательного вклада в накопленный человеческий капитал можно привести преступников, кор-

³ Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 13-32-01035.

рупционером, наркоманом, чрезмерных любителей спиртного, лодырей, бездельников и просто вороватых людей. Также он формируется на базе негативных сторон менталитета нации, на низкой культуре населения, включая её рыночные составляющие (например, этику труда и предпринимательства). Вносят в него свой вклад негативные традиции государственного устройства и функционирования государственных институтов на базе несвободы и неразвитости гражданского общества, на базе инвестиций в псевдовоспитание, псевдообразование и псевдознания, в псевдонауку и псевдокультуру. Особо значительный вклад в отрицательный накопленный человеческий капитал способна вносить активная часть нации — её элита, поскольку именно она определяет политику и стратегию развития страны, ведет за собой нацию по пути либо прогресса, либо стагнации (застоя) или даже регресса. Отрицательный человеческий капитал требует дополнительных инвестиций для изменения сущности знаний и опыта. [2]

То обстоятельство, что человеческий капитал невозможно изменить в короткие сроки, особенно при значительном объёме накопленного отрицательного, в сущности, является главной проблемой развития экономики России с точки зрения теории развития человеческого капитала.

Какова роль человеческого капитала в модернизации экономики, и в чем она проявляется, отмечено ниже [1]:

1. предпринимательская активность в регионах России, и ее экономическая эффективность зависят преимущественно от уровня образования населения, занятого в экономике соответствующих регионов, а не от фондовооруженности труда и других факторов.

2. повышенная восприимчивость экономики регионов с относительно большим объемом накопленного человеческого капитала к инновациям, росту занятости населения и его доходов, что проявляется в виде повышенной производительности труда, относительно более высоких доходах и потреблении населения, проживающего в крупных городах и хорошо урбанизированных регионах.

3. ускорение научно-технического прогресса в экономике России, повышение ее инновационности и восприимчивости к использованию технологических «новинок», а также к «перехвату» технологий у более развитых стран, в значительной мере зависит от уровня накопления человеческого капитала в регионах России и, особенно, в крупных городах.

4. одним из внешних эффектов человеческого капитала является увеличение занятости населения регионов России и снижение уровня безработицы.

5. в регионах с большим запасом человеческого капитала отмечают и более высокие темпы роста валового регионального продукта и реальных доходов населения.

6. положительное влияние человеческого капитала, накопленный в регионах России, оказывает и на объемы иностранных инвестиций (в том числе прямых иностранных инвестиций), что положительно сказывается на обновлении и модернизации производственного потенциала экономики регионов России.

8. увеличение поступления прямых налогов (налогов на доходы населения, на доходы от предпринимательской деятельности, от собственности и прочих) в доходы консолидированных бюджетов субъектов РФ, что благоприятно сказывается на развитии бюджетного сектора экономики регионов, то есть на развитии образования, здравоохранения и культуры регионов.

Можно сделать вывод, что инновационная экономика создавалась, создается и развивается совместно и параллельно с ростом качества и стоимости накопленного человеческого капитала. И человеческий капитал является главным фактором её развития. Огромные преимущества в создании стабильных условий для роста качества жизни, создания и развития экономики знаний, информационного общества, развития гражданского общества имеют страны с накопленным качественным человеческим капиталом.

Список литературы:

1. Корицкий А.В. Человеческий капитал как фактор экономического роста регионов России: монография/науч. ред. Т.В. Григорова – Новосибирск: Сибирский университет потребительской кооперации, 2010. 368 с.

2. Корчагин Ю.А. Российский человеческий капитал: фактор развития или деградации? Монография. – Воронеж: ЦИРЭ, 2005. 252 с.

3. Плискевич Н.М. Человеческий капитал в трансформирующейся России. М., Институт экономики РАН, 2012. 231 с.

УДК 338.465

**МИРОВОЙ ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ КОММУНАЛЬНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ В КРУПНОМ ГОРОДЕ⁴****С.А. Горячий**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

trilon144@yandex.ru

Сектор коммунального хозяйства является одним из наиболее проблемных с точки зрения методов управления активами и наиболее отсталых с точки зрения технологий секторов российской экономики. Вместе с тем инженерно-техническая инфраструктура города является одним из ключевых факторов регионального развития. И хотя при рассмотрении процессов развития крупных городов значительное внимание уделяется факторам иного (высшего) порядка (как уровень развития и структура экономики; институты и политика государства; инновативность населения), именно развитие коммунальной инфраструктуры зачастую является лимитирующим фактором экономического роста. В рамках данной работы будет рассмотрен сектор коммунального хозяйства Санкт-Петербурга, города имеющего огромное значение для развития северо-западного федерального округа, а так же мировой опыт модернизации данного сектора посредством концессий.

Для понимания процессов, касающихся развития инженерно-технической инфраструктуры Санкт-Петербурга, необходимо, прежде всего, понимать особенности архитектурно-территориального развития данного мегаполиса. Для этого необходимо обратиться к генеральным планам развития города советского и постсоветского периодов и выявить те ключевые факторы, которые, с одной стороны, определяют современный облик города, а с другой стороны, являются причиной технической недооснащённости секторов генерации и дистрибуции воды, газа, электрической и тепловой энергии.

Основа современной системы коммунального хозяйства была заложена в ходе реализации двадцатилетнего плана развития Ленинграда с 1966 по 1986 годы. В течение данного периода шло активное освоение новых территорий. Всего было введено в эксплуатацию около 60 млн. кв. м. жилых площадей. [1] Население города возросло с 3,77 млн. человек в 1965 до 4,93 млн. в 1987. [2] Активное освоение территорий сопровождалось и широким строительством инженерно-технических сооружений: котельных, электро-подстанций и распределительных сетей.

Разработка следующего генерального плана развития города до 2005 года велась в 1987-1990 годы. План подразумевал сохранение темпов жилищного строительства (в конце 80-х годов вводилось более двух млн. кв. м. жилых площадей ежегодно), но в отличие от предыдущего плана широкое освоение новых территорий не предполагалось. Вместо этого была утверждена концепция уплотнительной застройки. [1]

Однако, крах советской системы в 1991 и разделение города и области в 1992, сделали реализацию плана затруднительной. А последующий экономический кризис и отсутствие бюджетного финансирования сделали его реализацию невозможной. Вместе с тем план 1987 года оставался рамочным документом в течение длительного периода времени. Только в 2001 году началась разработка нового генерального плана «Открытый европейский город» на период 2005-2025 годов.

Тем не менее, несмотря на то, что инвестиции в коммунальный сектор до сих пор не покрывают выбывающие мощности, инфраструктура отрасли пострадала несколько менее, чем в других регионах. И хотя подробные статистические данные, подтверждающие данную гипотезу представить затруднительно, существуют косвенные факторы, которые, впрочем, можно считать достаточно точными. К таким факторам можно отнести резкое падение темпов жилищного строительства в 90-е годы (с 1991 по 2001 год было введено в эксплуатацию всего около 3 млн. кв. м. жилых площадей), [3] сокращение численности населения, которое стабильно уменьшалось вплоть до 2008 года, обозначив постсоветский минимум в 4,57 млн. человек [2], и сокращение производственного

⁴ Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 13-32-01035

сектора. Всё это обуславливало снижение нагрузки на инженерные сети, что в совокупности с серьёзным заделом, созданным в предыдущий период, позволило снизить потери от хронического недофинансирования и общей бесхозяйственности.

Ситуация стала кардинально меняться в середине 2000-х. После преодоления кризисных явлений в экономике, увеличения доходов бюджета и улучшения инвестиционного климата в Санкт-Петербурге, темпы жилищного строительства стали резко возрастать, превысив 2 млн. кв. м. в год к 2010 году. [4] Вместе с тем улучшение демографической ситуации и приток мигрантов увеличили население города до 5,03 млн. жителей в 2013. [2] Таким образом, нагрузка на сектор быстро возрастает. В сложившихся условиях модернизация коммунальной инфраструктуры города становится жизненно-необходимой.

Вместе с тем структура формирования источников финансирования модернизации и расширения коммунального сектора не соответствует требованиям рынка. Текущее состояние местных бюджетов, ограничение на рост тарифов для населения, высокая степень износа инженерно-технической инфраструктуры приводят к тому, что большая часть инвестиционных ресурсов, которыми располагают территориальные сетевые компании, идёт на восстановление существующих объектов. При этом низкая степень прозрачности рынка затрудняет оценку эффективности инвестиционных вложений. В подобной ситуации преобладающим способом обеспечения вводимых в эксплуатацию жилых площадей соответствующей коммунальной инфраструктурой стало установление платы за технологическое присоединение, что в свою очередь снижает эффективность компаний-застройщиков и увеличивает стоимость жилья для потребителей. Следует также заметить, что сам процесс технологического присоединения не подразумевает создания новых производственных мощностей и существенного увеличения распределительных сетей, за исключением так называемой «последней мили». [5]

Одним из распространённых инструментов преодоления кризиса коммунального сектора, встречающегося в литературе, является - «стимулирование формирования прозрачных «публично предьявленных» государственно-частных партнёрств (ГЧП)». [5]

С точки зрения понятийно-категориального наполнения ГЧП наиболее популярным в отечественной литературе является определение В.Г. Варнавского, который определяет ГЧП, как институциональный и организационный альянс между государством и частным бизнесом. Создание такого альянса эффективно для реализации масштабных, национальных и международных, общественно-значимых проектов, в широком спектре сфер деятельности – от развития стратегически важных отраслей промышленности и НИОКР до обеспечения общественных услуг. [6]

Вместе тем, безусловно, наиболее востребованной формой ГЧП являются концессии. В некоторых странах на концессии приходится до 80% всех реализуемых партнёрств, а практика концессий охватывают более 100 государств. Концессии широко применяются в различных секторах экономики, от транспортной инфраструктуры до медицинских и образовательных учреждений. Однако наибольшая эффективность данного вида партнёрств достигается именно в сфере генерации и дистрибуции воды, газа, электрической и тепловой энергии. [7]

Так одна из самых удачных концессий в водоснабжении и канализации реализована в Буэнос-Айресе. Договор был подписан в декабре 1992 года. До заключения договора отрасли ЖКХ находились в ведении министерства экономики и общественных работ Аргентины. В период с 1987 по 1991 год среднегодовой прирост инвестиций составлял около 11 млн. долл., что не покрывало выбытия основных фондов. По условиям объявленного международного тендера концессия доставалась тому, кто предложил бы наибольшее снижение тарифов. В итоге тендер выиграл консорциум Aguas Argentinas (AA), возглавляемый французской компанией Lyonnaise des Eaux-Dumez, предложивший сократить тарифы на 26,9%.

В последующие шесть лет концессионер ежегодно вкладывал в строительство и модернизацию более 200 млн. долл. (в постоянных ценах 1996 года). Производительность труда была удвоена. Концессия по снабжению водой охватывала территорию, на которой проживало 70% населения города, по канализации – 58%. В короткие сроки были построены новые линии, подключены новые потребители. Качественно возросли показатели эффективности. Потребители получили существенное снижение тарифов и расширение самой сети водоснабжения и канализации. [7]

Однако, несмотря на существенные преимущества, безусловно, концессии не являются средством от всех недугов, и реализация концессионных проектов сопряжена с рядом проблем. Инвестиционные проекты, предлагаемые государством на концессионной основе, зачастую имеют невысокую экономическую привлекательность и требуют весьма существенных затрат, особенно в случае BOT (Built-Transfer-Operate) или ROT (Rehabilitate-Operate-Transfer) концессий. А потому

ключевой проблемой концессионных проектов является адекватное разделение рисков между бизнесом и государством.

Список литературы

1. Постановление ЦК КПСС, Совмина СССР, от 05.12.1987 № 1387 о генеральном плане развития г. Ленинграда и Ленинградской области на период до 2005 года – Законы России – [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://lawrussia.ru/texts/legal_586/doc586a880x581.htm
2. Население Санкт-Петербурга // Википедия. Свободная энциклопедия. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>
3. Основные технико-экономические показатели концепции генерального плана Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.nevastroyka.ru/a0/ru/archive/view.shtml?i=482>
4. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://petrostat.gks.ru>
5. Косарева Н., Полиди Т., Пузанов А. Рынок жилищного строительства в России: современное состояние и перспективы развития // Вопросы экономики. №3. 2013. с. 109 – 125.
6. Варнавский В.Г. Партнёрство государства и частного сектора: теория и практика // Мировая экономика и международные отношения. 2002 №7. с. 28 – 37.
7. Горячий С.А. Концессионная модель организации рынка коммунальных услуг // Электронный научный журнал. Экономика и экологический менеджмент. 2012 Выпуск №1. март [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://economics.open-mechanics.com>

УДК 332.1

**РОЛЬ КРУПНЫХ ГОРОДОВ В НОВОЙ МОДЕЛИ
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РОССИИ⁵****Д.Ю. Скрипниченко**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

econteacher@yandex.ru

Роль центров развития регионов выполняют города, причем далеко не все, в очень разной степени и с разным качеством роста. В современной России сформировались четыре типа городов-центров роста: федеральные города Москва и Санкт-Петербург; прочие города-«миллионники»; города-центры регионов; монопрофильные города с ведущими предприятиями крупных компаний, в основном экспортно-ориентированных [1]. Сравним роль, факторы и перспективы развития первых трех групп, объединяющих крупные города.

Сохраняющаяся сверхконцентрация экономических ресурсов в Москве обеспечивает ей устойчивое доминирование: на Москву приходится более 21% суммарного ВРП всех регионов, причем за годы экономического роста эта доля увеличилась, а на Петербург – менее 4%. Москва – единственный в стране крупный город постиндустриальной экономики, в структуре ее ВРП 84% составляют услуги (в Петербурге – только 63%). Чрезвычайно высока степень концентрации торговли и платных услуг в столице – 26 – 29% всего объема платных услуг и торговли в стране. Только в инвестициях начался, хотя и медленно, процесс движения в регионы. Снижение доли столицы в объеме ввода жилья в последние годы имеет двойную природу – не только из-за активизации строительства в других городах, но и потому, что строительство переместилось из столицы на свободные и более дешевые площадки за МКАД – в Московскую область, оставаясь в пределах агломерации.

На фоне столицы доля Петербурга крайне мала по всем социально-экономическим индикаторам и она немногим выше доли города в населении страны. Но все же заметен рост в жилищном строительстве и платных услугах, а это хорошие косвенные индикаторы роста инвестиций и доходов населения. Не вызывает сомнений необходимость ускоренного роста Петербурга как второго сильного центра и в чем-то альтернативы Москве.

Пока петербургские власти при поддержке федеральных властей воспроизводили модель опоры на финансовые ресурсы крупнейших компаний-налогоплательщиков, «перетягивая» их из Москвы и даже из регионов. Эта модель вполне эффективна с точки зрения бюджетного наполнения. Однако акцент на перерегистрацию налогоплательщиков и некоторые успехи на этом поприще отбивали интерес властей Петербурга к развитию среднего и малого бизнеса и сектора услуг, которые являются основой экономики крупных городов в развитых странах. Политика привлечения иностранных промышленных инвесторов с выделением площадок в черте города также закрепляла индустриальный «профиль» города. При этом возникает очевидный конфликт среднесрочных (бюджетное наполнение) и долгосрочных (постиндустриальное развитие крупнейшего города) целей [2].

Можно возразить, что для Петербурга этап накопления экономических ресурсов еще не пройден, поэтому нужны любые ресурсы, в отличие от Москвы, где финансовые ресурсы уже и так велики, а структура экономики изменилась настолько, что индустриальная составляющая не может играть большой роли в развитии. Но если развитие опирается на несбалансированные по секторам экономики или нестабильные (перемещаемые директивно) источники доходов, в перспективе проблемы экономики Петербурга могут быть значительными.

Суммарный вклад остальных городов-миллионеров почти по всем показателям в 1,5-2 раза ниже Москвы, хотя их население больше. Самая большая проблема – стабильно низкая доля инвестиций, она даже ниже доли этих городов в численности населения. Однако есть признаки ускорения развития этих центров: а) заметно вырос их вес в розничной торговле за счет начавшегося

⁵ Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта №13-32-01035.

прихода в города-миллионеры крупных компаний и консолидации регионального торгового бизнеса; б) постепенно увеличивается их доля в жилищном строительстве, что указывает на рост доходов населения и оживление спроса [1].

Во всех городах – региональных центрах, независимо от численности их населения, заметно выросла средняя заработная плата относительно средних заработков жителей собственного региона. Этот процесс шел наиболее интенсивно в период децентрализации и частичного перераспределения политических и экономических ресурсов в пользу регионов, т. к. основную выгоду получили региональные столицы, где возникали и концентрировались более высокооплачиваемые рабочие места.

При смене политического вектора на централизацию и возросшем изъятии ресурсов стала понятной разная степень жизнестойкости экономики региональных столиц. Она теперь обусловлена не благоприятной политической конъюнктурой, а долговременным и хорошо известным фактором – агломерационным эффектом: чем крупнее региональный центр, тем более развит в нем спрос на новые рыночные отрасли и выше их концентрация, а также уровень оплаты труда.

Влияние статуса особенно заметно в развитии торговли: доля региональных столиц в товарообороте торговли своего региона выросла вдвое – до 55 – 60%. Мощная концентрация торговых функций в региональных центрах практически не зависит от их численности населения и происходит за счет миграции из сельской периферии и малых городов регионов, утраты ими большинства сервисных функций [2].

Устойчивость развития региональных столиц связана не только с сектором услуг, но и с промышленностью. Помогло изменение структуры промышленности и рынков сбыта: быстрее всего развивалась пищевая промышленность и другие отрасли, обслуживающие рынок самих городов-центров, своего и соседних регионов. Таким образом, новый этап промышленного развития региональных центров – импортозамещающий и поэтому устойчивый, экспортные производства чаще расположены в других, менее крупных городах [1]. Для региональных столиц опережающий индустриальный рост позитивен, т. к. им еще очень далеко до городов постиндустриальной экономики, и для развития действительно нужен промышленный рост и растущий сбыт продукции на прилегающих рынках. Благодаря сочетанию торговых, инфраструктурных и промышленных функций формируется более устойчивый экономический ландшафт региональных столиц.

Таким образом, факторы развития городов-центров роста разные – в первую очередь это статус, обеспечивающий концентрацию финансовых ресурсов для развития, затем численность населения города и связанные с ней концентрация платежеспособных потребителей и лучшее качество населения. За исключением Москвы, обладающей всеми преимуществами в сверхконцентрированном виде, всем прочим городам – центрам роста не хватает финансовых ресурсов, особенно инвестиций, менее крупным – и человеческого капитала. Далекое не все города – центры роста притягивают мигрантов, но лишь немногие явно ощущают дефицит трудовых ресурсов [3].

Возможности и риски развития выделенных групп городов разные, но очевидно одно – других центров роста у нас пока нет и не предвидится в среднесрочной перспективе, возможно, за исключением приморских портовых городов. Главная задача федеральных властей – поддержать уже проявившиеся естественные факторы роста этих городов инвестициями, поддержкой инновационных социальных программ, направленных на рост человеческого капитала, отказом от дальнейшей централизации. И тогда импульс роста будет распространяться эволюционным путем – от центров к периферии.

Список литературы:

1. Зубаревич Н. Российские города как центры роста [Электронный ресурс] // URL: <http://demoscope.ru/weekly/2006/0247/analit04.php> (дата обращения: 15.07.2013).
2. Зубаревич Н.В. Города как центры модернизации экономики и человеческого капитала // *Общественные науки и современность*. 2010. №5. С. 5 - 19.
3. Зубаревич Н.В. Регионы России: неравенство, кризис, модернизация. М.: Независимый институт социальной политики, 2010. С. 97 – 156.

УДК: 911.375

ФАКТОРЫ, СДЕРЖИВАЮЩИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ МОНОГОРОДОВ⁶

Е.Ю. Уткина

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

ekkaterrina@mail.ru

Моногорода, как явление, характерны для индустриального этапа развития многих стран, особенно на ранних стадиях. В России процесс формирования монопрофильных населенных пунктов стал масштабным в рамках плановой экономики советского периода, как способ адаптации размещения производительных сил к климатическим и географическим, в совокупности с демографическими, особенностям страны, огромной территории при относительно небольшом населении.

На протяжении десятилетий моногорода являлись крупной, передовой, динамично развивающейся составной частью народного хозяйства СССР, являясь базой для реализации масштабных проектов огромного производственного, научно-технического и оборонного значения.

После развала Советского Союза, в период приватизации и начального накопления капитала в постсоветской России, значительно утратившей свой промышленный и аграрный потенциал, большинство моногородов стали депрессивными зонами с высокой степенью социальной напряженности по причине резкой деформации традиционных бизнес-моделей функционирования градообразующих предприятий и разрыва основополагающих горизонтальных и вертикальных связей народнохозяйственного комплекса СССР.

В настоящее время законодательством Российской Федерации не закреплена четкая трактовка понятия «моногород».

В нормативной документации Министерства регионального развития Российской Федерации определено два критерия отнесения населенных пунктов к монопрофильным:

- наличие одного или нескольких предприятий, связанных единым производственно-технологическим процессом, на которых занято на основной работе более 25 % экономически активного населения.

- наличие одного или нескольких предприятий, функционирующих в рамках единой производственно-технологической цепочки, на долю которых приходится более 50 % объема промышленного производства населенного пункта.

Как дополнительный критерий Министерство регионального развития России рассматривает долю налогов и сборов в бюджете муниципального образования от градообразующего предприятия (предприятий) в размере не менее 20 % общего объема, поступающих в бюджет муниципального образования налогов и сборов со всех организаций и предприятий.

Для целей Федерального закона "О несостоятельности (банкротстве)" № 127-ФЗ от 26.10.2002 г., градообразующими организациями признаются юридические лица, численность работников которых составляет не менее 25% численности работающего населения соответствующего населенного пункта.

Рабочей группой по модернизации моногородов при Правительственной комиссии по экономическому развитию и интеграции на основании данных критериев в 2009г. сформирован перечень моногородов России, в который вошли 335 населенных пунктов, из них 235 с населением численностью свыше 10 тысяч человек, в том числе 12 муниципальных образований, являющихся закрытыми административно-территориальными образованиями (ЗАТО). Общая численность населения, проживающего в моногородах, превышает 16 миллионов человек. На долю производства монопрофильных поселений приходится около 40% суммарного валового регионального продукта.

⁶ Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 13-02-01035

Направленность на сырьевой тип экспортно-ориентированного хозяйствования, наряду с малой долей диверсификации экономики, породили негативные условия для существования и развития градообразующих предприятий, оказавшихся своим подавляющим большинством не жизнеспособными в новой экономической среде и превратившихся к настоящему времени в постоянных реципиентов дотационной государственной поддержки.

Выделим и проанализируем основные факторы, сдерживающие экономическое развитие моногородов.

1. Нерентабельность производства.

Градообразующие предприятия несут на себе не только экономическую, но и социальную нагрузку, в преобладающей мере обеспечивая условия жизнедеятельности населенного пункта. Социально-коммунальные структуры моногородов находятся на балансе градообразующих предприятий. Расходы на содержание инфраструктуры жизнеобеспечения людей формируют дополнительные издержки производства, включающиеся в себестоимость продукции, и делая ее во многих случаях неконкурентоспособной. Большинство предприятий моногородов производят отрицательную сравнительную стоимость и нуждаются в реструктуризации. Проблема реструктуризации таких предприятий не локальна и сводится к вопросу реструктуризации города в целом, как неделимого с предприятием комплекса, образуя из экономической междисциплинарную задачу, требующую решения социальных, психологических, правовых и политических проблем с учетом дальнейших судеб и проекции возможного поведения населения, что существенно осложняет поиск оптимальных и приемлемых путей реструктуризации экономики моногородов, которые объективно должны быть и могут быть только индивидуально-ориентированными на каждую структурную единицу поселения.

2. Отсталое техническое оснащение предприятий

Многие градообразующие промышленные предприятия моногородов, в модернизацию и обновление которых средства не вкладывались с начала периода реформ 90-х годов, к настоящему времени полностью исчерпали свой ресурс производительности и мощности на базе устаревших технологий, физически и морально изношенных основных фондов, что делает выпускаемую продукцию неконкурентоспособной, как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Проблема российских предприятий не столько в малом выводе изношенных мощностей, сколько в крайне незначительном вводе в эксплуатацию новых производственных мощностей, что во многом обусловлено сырьевой зависимостью экономики России от сверхприбылей, за счет экспорта природных ресурсов, иницирующей технологическую отсталость производственных отраслей и приостанавливающей развитие инноваций.

3. Низкая степень инвестиционной привлекательности.

На отечественном рынке в целом бизнес абсолютно не заинтересован инвестировать средства в капиталоемкие и высокотехнологичные отрасли с большими сроками окупаемости вложений, что ограничивает потенциал долгосрочного роста экономики. Предпринимательский и деловой климат российской экономики, выступающий ключевым условием привлечения иностранных инвесторов и запуска новых производств, характеризуется низкой конкурентоспособностью на мировом рынке инвестиционного капитала.

Для большинства градообразующих предприятий, предлагаемые на инвестиционном рынке, кредитные ресурсы не доступны, как дорогие (по уровню процентных ставок), короткие (по срокам кредитования), сложные (по условиям кредитования).

4. Не развитые локальные рынки труда

Устойчивая структура взаимосвязи города и градообразующего предприятия определяет специфику рынка труда моногородов, как типичной монополии, где монополия смещена на сторону спроса, в результате чего, ситуация с занятостью в моногородах осложнена в значительной степени узкой сферой приложения труда.

Градообразующие предприятия, являясь монополистами спроса на локальных рынках труда, сводят к прожиточному минимуму размер заработной платы, что увеличивает уровень бедности и рост социальной напряженности.

В период кризисных явлений остро встает проблема резкого сокращения спроса на локальных рынках труда. Вследствие падения уровня доходов населения, снижение платежеспособного спроса на потребительском рынке приводит к сокращению занятости в сфере обслуживания.

Но даже в условиях хронической безработицы и невыплаты заработной платы население не склонно к миграции, основной причиной чему является отсутствие развитого рынка жилья, а именно, невозможность продажи собственного жилья в депрессивном регионе с перспективой

приобретения в более благоприятном с точки зрения трудоустройства регионе, недоступность ипотеки. Кроме того, монопромышленные города, как правило, узкоспециализированны на одном виде производства, что существенно ограничивает применение квалифицированной рабочей силы в другой сфере деятельности.

5. Управленческий аспект

Зависимость города от деятельности градообразующего предприятия диктует жесткую зависимость города от политики, проводимой менеджментом и собственниками градообразующих предприятий в отношении своего бизнеса и отсутствие реальных рычагов воздействия на градообразующие предприятия со стороны администраций моногородов.

Органы местного самоуправления не имеют права, в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, оказывать влияние на решения по приватизации, банкротству и закрытию градообразующего предприятия, то есть на решения, определяющие судьбу моногорода и проживающего в нем населения.

6. Экологическая обстановка

Экологические проблемы моногородов влекут за собой существенный аспект – перепрофилировать такие города, расширить их экономическую базу за счет размещения новых предприятий практически невозможно, поскольку экологические требования являются первоочередными при размещении предприятий, выпускающих товары народного потребления и высокотехнологическую продукцию. Более того, со временем загрязнение окружающей среды, вызванное деятельностью градообразующего предприятия может достигнуть критической отметки, после которой жить в городе оказывается невозможным.

За время рыночных реформ моногорода из полноценных «точек роста» административно-плановой советской экономики деэволюционировали в «депрессивные точки» постиндустриальной экономики современной России.

Монофункциональность уже не обеспечивает устойчивого развития в длительной перспективе. Роль монопрофильных городов крупного бизнеса в экономическом пространстве России в настоящее время весьма специфична и в большей степени сводится к искусственному поддержанию их жизнеспособности за счет ресурсов благополучных регионов, во избежание глубокого социально-экономического кризиса.

При этом, в своем большинстве моногорода в значительной мере определяют структуру российской экономики и ее конкурентоспособность. По ряду отраслей в моногородах сосредоточено до 70% их мощностей, в связи с чем успешность перехода России на инновационный путь развития непосредственно связывается со степенью эффективности процесса модернизации моногородов и градообразующих предприятий.

УДК: 338,42; 711.451

НОВАЯ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ И РАЗВИТИЕ КРУПНЫХ ГОРОДОВ⁷

Н.А. Шапиро

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

v-shapiro@mail.ru

Правомерно предположить, что в разворачивающейся научной и публицистической дискуссии по поводу новой индустриализации, как явления характерного для современного общества, следует видеть продолжение обсуждения проблем, связанных с современной модернизацией. Воспроизведем важнейшие моменты этого обсуждения [1].

Одни авторы понимают модернизацию как *экономическое* преобразование, а другие понимают под ней обновление всего общества. Но и в том и другом случае начало модернизационных процессов связывается с эпохой индустриализации и урбанизации, обеспечивающих экономический рост. Сама же индустриализация понимается как процесс создания крупного машинного производства во всех отраслях экономики, но прежде всего в промышленности.

Рассматривая индустриализацию как благо для современного общества, история свидетельствует, что переход от аграрного общества к индустриальному протекал крайне неравномерно, вызывая огромные межстрановые и внутренние напряжения, не исключая мировые, региональные и гражданские войны. Растянувшийся во времени процесс выработки адекватных моделей использования потенциала индустриализации и урбанизации, (последняя рассматривается как процесс, следовавший за индустриализацией, когда стала очевидной концентрация труда/рабочей силы на относительно небольшой территории) условно поделен на три волны.

Первая волна – это страны-лидеры (все страны Европы и США, а также Япония), в которых процесс индустриализации и урбанизации активно протекал с конца XIX века.

Вторая волна – это был Советский Союз и те страны, которые пытались тем или иным образом воспроизводить его опыт.

Третья волна, протекающая в основном в рамках японской послевоенной модели государственного развития, послужила примером для стран Восточной Азии – Тайваня, Южной Кореи, Гонконга, Сингапура, Малайзии, Таиланда. Эта модель позволила противопоставить западным методам дешевую качественную рабочую силу, была способна воспринимать и воспроизводить заимствованные технологии, а затем экспортировать продукцию на открытые рынки стран-конкурентов. Позднее к ним присоединились Китай, сменивший советскую модель на самобытную китайскую, и Индия, которая долгое время стремилась использовать советские методы в сочетании с демократией (по марксистской терминологии была «развивающийся страной социалистической ориентации»), но, в конечном итоге, встала на путь либеральной экономики.

Вторая и третья волна индустриализации принесла серьезные достижения, так называемого, догоняющего развития.

Процессы урбанизации в странах-лидерах повлекли смену режима воспроизводства населения, которое старело, и в ряде стран начался процесс депопуляции.

В новых условиях главным фактором развития экономики стали инновации. Актуализация инноваций как основного фактора экономического роста свидетельствует о том, что исчерпываются экстенсивные факторы роста, прежде всего, иссякает приток рабочей силы, двигающейся из деревни в города, из сельского хозяйства в промышленность, демографический режим меняется в силу высокого комфорта городской жизни по сравнению с деревенской. Кроме того, был достигнут некоторый предел заимствования технологий, появился спрос на собственные инновации.

Зависимостью от собственных инноваций, с одной стороны, фиксируется необходимость модернизации, а, с другой стороны, свидетельствует о достижении состояния насыщения индустриаль-

⁷ Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 13-02-01035

ным развитием, носящим внестрановой, международный характер. На основании данной логики строится предположение, что теперь страны, те или иные культуры и социальные системы конкурируют между собой на поле инноваций.

Теперь обратим внимание на обсуждение новой индустриализации. Рассматривая новую индустриализацию, в основном применительно к России, большинство авторов считает, что только внутреннее индустриальное насыщение, связанное с развитием крупной промышленности, способно дать толчок для инновационной модернизации и для успешного включения страны в мировую конкуренцию на поле инноваций[2, 3].

Большинство авторов исходит из того, что экономика России пала жертвой рыночных реформ конца XX века. Эти реформы не обеспечили ни адаптации западных моделей развития к российской почве, ни противопоставили западным методам национальные способности воспринимать и воспроизводить передовые технологии индустриального развития, они лишь усугубили нерешенные проблемы советской экономики. Российская экономика за последние 20 лет вернулась как бы в доиндустриальную эпоху. За этот период доля обрабатывающей промышленности в валовой добавленной стоимости и в занятости упала вдвое. Следовательно, современной России необходима новая модель государственного управления, способная обеспечить *новое или повторное* осуществление процесса индустриализации или реиндустриализации экономики страны.

Отсутствие современного промышленного сектора экономики расценивается как препятствие для экономического развития страны, для включения страны в мировую конкуренцию в поле инноваций, поэтому правительство должно принимать меры для поощрения или проведения индустриализации. Доминантой новой индустриализации, по их мнению, является промышленный сектор, так как именно он может обеспечить быстрый и качественный рост экономики и наиболее высокие темпы прироста производительности труда. «Новая индустриализация» предполагает восстановление индустриальной мощи России на новой технологической и социальной базе. Это единственная возможная модель развития в условиях мирового экономического кризиса или неблагоприятной внешней конъюнктуры.

Авторы данного интеллектуального вектора размышлений о новой индустриализации, по сути, толкуют не о ней, а о вариантах использования достижений индустриального развития, т.е. предлагают не участвовать в международном разделении труда, а заняться воссозданием экономики по самообеспечению ее всеми возможными видами машинного производства. Для доказательства эффективности предложенной модели самообеспеченности рассматривается два типа индустриализации: чтобы выжить и чтобы разбогатеть; коммерческая индустриализация и индустриализация «сверху», под давлением внешней угрозы[2].

Другие делают акцент на новом технологическом укладе, который основывается на трёх ключевых факторах. Это, во-первых, нанотехнологии, результаты проникновения на наноуровень понимания материального мира, который позволяет конструировать совершенно новые материалы, новые технические устройства и проникать на уровень клетки живого организма. Клеточные технологии и геновая инженерия – это второй ключевой фактор, тесно связанный с первым. И третий фактор – это дальнейший прорыв информационно-коммуникационных технологий. Здесь технологическая траектория естественным образом легла на наноуровень: главная технологическая траектория в электронике – это миниатюризация [3]. Такая версия более подходит под понятие новой индустриализации, поскольку не предполагает вновь воспроизводить утраченное, а создавать то, чего еще, вроде бы, не было. Но так ли это на самом деле?

В настоящее время достижения в области биологии, генетики, электроники, космической техники, производства искусственных материалов и пр. привели к появлению новых технологий в сфере услуг. Эти технологии нацелены не столько на производство товаров, сколько на развитие и совершенствование самого человека и основных сфер его жизни.

Если традиционный взгляд на индустриализацию трактует ее как промышленный переворот, связанный с развитием новых технологий в таких отраслях, как энергетика и металлургия, то теперь, дожив до современного этапа, можно утверждать, что это не индустриализация вообще, а лишь ее определенный тип.

Под индустриализацией в целом следует понимать создание технологий, технологий, которые позволяют развивать массовое стандартное производство. Применение машин/техники и технологий позволяет создавать массовую стандартизированную продукцию. Поэтому в качестве общественного эффекта под индустриализацией следует понимать превращение, некогда индивидуальных, частных способов и методик производства, в технологии, предполагающих создание стандартизированных предприятий, удовлетворяющих массовые потребности.

Принимая такую трактовку новой индустриализации, мы сталкиваемся еще с одним интеллектуальным тупиком – это понятие постиндустриальной экономики, которая трактовалась как экономика, перешедшая от производства товаров к созданию услуги. Услуга в данном контексте рассматривались как нечто противостоящее производству товаром.

Сегодня техника и технология новой индустриализации, получившие развитие в сфере услуг, сделали услуги воплощением многообразия, дифференциации [4], опирающихся на достижения биологии, генетики, электроники, космической техники, производства искусственных материалов, где одним из главных видов ресурсов становится информация.

Сектора новой индустриализации уже активно работают в сферах поддержания здоровья человека, молодости, красоты, а также услуг, обеспечивающих многообразие впечатлений, получаемых человеком в процессе жизни: индустрия развлечений, индустрия фитнеса, индустрия туризма, ивент-индустрия, фешен-индустрия и пр.

Именно в этих сферах идет развитие бизнеса, именно эти сферы обеспечивают основной прирост рабочих мест, именно эти сферы вбирают в себя все достижения научно-технического прогресса. Состоянием данных сфер определяется уровень развития современной цивилизации. Согласно Э. Тоффлеру новая индустриализация или индустриализация третьей волны станет определяющей для экономического развития к 2025 г. (Можно сказать, что предсказания Тоффлера сбылись лет на 20 раньше.)

Новая волна индустриализации проходит на наших глазах, в результате качественного скачка науки и практического использования ее достижений для целей обычной жизни человека.

Данная трактовка новой индустриализации логично связывает ее с урбанизацией. Эта связь проявляется не только в изменении демографического режима, а в том, что концентрация населения, которую обеспечивает город, и тем более крупный, делает сферы новой индустриализации основой экономики городов, (а не экзотической услугой), способной обеспечивать стабильные, массовые, конкурентные доходы для их производителей.

Список литературы:

1. Ясин Е.Г. Модернизация и общество http://conf.hse.ru/2007/kniga1_2007 (дата обращения: 10.05.2013).
2. Бадалян Л., Криворотов В. Восстанавливать уже нечего, придётся всё начинать с нуля. // Однако 12.06.2013 <http://www.odnako.org/magazine/material/> (дата обращения: 04.07.2013).
3. Глазьев С. Сесть на гребень новой волны роста. // Однако 11 июня 2013 <http://www.odnako.org/magazine/material/> (дата обращения: 04.07.2013).
4. Тоффлер О. Третья волна. М., 1999.

УДК 332

**КРУПНЫЙ ГОРОД КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ
В НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКЕ⁸****А.В. Яковлева, А.В. Яковлев**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

yeif@mail.ru

Города являются исторически сложившейся предметно-овеществленной сферой человеческой деятельности; в своем развитии они отражают этапы развития цивилизации, подчиняются законам и закономерностям природы и общественного прогресса [3]. Различные функции, специализации и факторы развития, политические и экономические системы – все это формировало неоднородность в самом понимании слова «город», в его единообразном описании и классификации. В разных странах под термином «город» могут обозначаться совершенно разные территориальные образования, имеющие сходство лишь в определении понятий города как ограниченного территориального образования некоторого числа постоянно проживающего населения. Так, в Дании под термином «город» понимают населенный пункт имеющий свыше 250 жителей, в Японии – свыше 30 тыс., в США – от 2,5 тыс. жителей. В разных странах мы можем наблюдать различные критерии выделения понятия «город», в частности: численность и/или плотность населения, занятость населения по отраслям народного хозяйства, объем городского ВВП, исторические или административные функции и ряд других критериев.

Рассматривая классификацию городов необходимо обратить внимание на то, что как отмечает в своей статье Ермак В.Д. - классификация как процедура, «является частным случаем логической операции деления объёма понятий». Для корректного осуществления этой операции важно с самого начала четко определить ее основание, т.е. те общие признаки, в соответствии с которыми производится деление. Важной характеристикой признака является ясность его предметного и смыслового значений, т.е. того, что обозначает признак, и того объема информации, который участвует в его интерпретации [4].

Задача рациональной классификации городов, несомненно, является важной, так как лежит в основе решения многих экономических, демографических и социальных проблем, проблем управления материальными, информационными и финансовыми ресурсами, с которыми сталкиваются федеральные и местные власти, например, транспортные проблемы, проблемы трудовой занятости населения, утилизации отходов и т.д.

Существуют различные подходы к этой задаче, основное отличие которых заключается в выбранных критериях для проведения классификации городов. В основе таких критериев могут лежать преобладающие хозяйственные функции [5] выделение одноотраслевых и многоотраслевых промышленных центров [7], культурная функция [4], экономико-географическое положение [8], генетические признаки [5] и другие критерии и параметры. Некоторые из этих критериев являются общепризнанными, другие же не находят широкого применения и служат лишь для решения узкоспециализированных задач.

Одной из наиболее широко используемых классификацией служит классификация городов по количеству населения. Критерий численности населения городов признается практически всеми исследователями и является комплексным показателем, определяющим многие стороны функционирования и динамики развития городов, интегральным образом, включающим в себя значимость и уровень проблем жизни людей, проживающих в данных городах.

Согласно принятой классификации ООН, возможно критериальное выделение городов как по численности населения, так и по ряду других характерных особенностей, при этом единых, стандартных критериев не устанавливается. Критерием крупного города по численности населения считается превышение показателя 500 тысяч жителей, причем данное число жителей должно про-

⁸ Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 13-32-01035.

жить непосредственно на территории, занятой городской застройкой. Критерий мега-города устанавливается на уровне 10 млн. жителей. Также, вводится два отдельных качественных понятия – агломерация и мегаполис. Агломерацией считается городская территория без привязки к административным и прочим формальным границам, включающая в себя ядро города (или несколько городских ядер) и зависимые от него прилегающие территории, в т.ч. и сельские, характеризующиеся равномерной плотностью расселения и относительно близким расположением к городскому ядру. Мегаполис определяется как административная городская единица с обозначенными границами, обладающая определенным единством в структуре, включающая в себя ядро города и прилегающие к нему отдельные районы застройки, находящиеся под его прямым влиянием и связанные с ним единой транспортной сетью. Дополнительно указывается, что мегаполисами являются только те городские образования, которые играют ключевую роль в экономической и общественно-политической жизни страны, выделяясь на фоне других городов.

Рассматривая классификацию городов в РФ, следует отметить, что в Градостроительном кодексе РФ от 07.05.1998 N 73-ФЗ в ст. 5 было принято следующее деление городского поселения (рис. 1). Однако данный документ перестал действовать 09.01.2005г. В новом градостроительном кодексе, какая либо классификация вообще отсутствует.

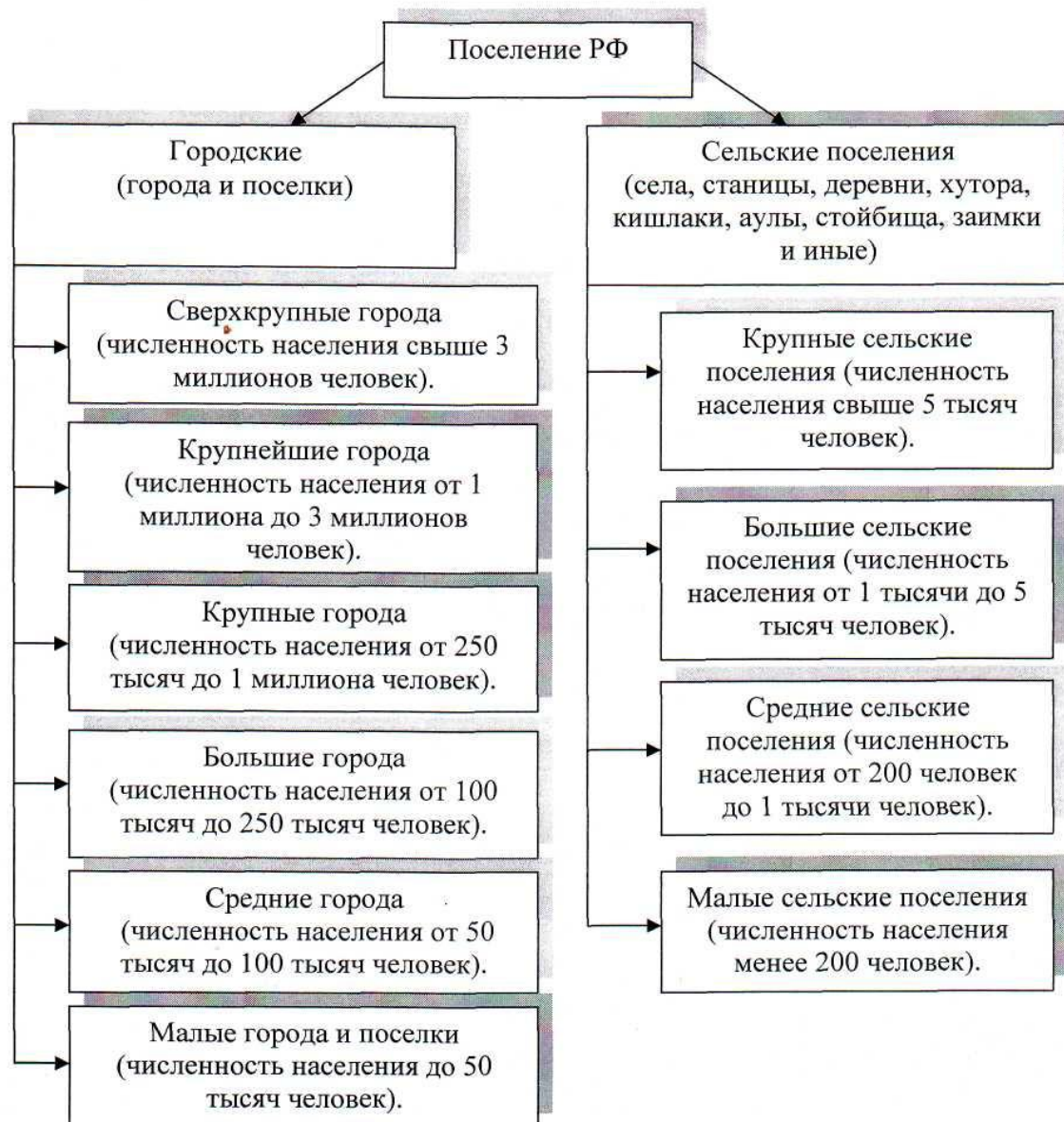


Рис. 1 Классификация поселения РФ в зависимости от численности населения

Принятая в современном мире общая классификация городов по численности населения не отражает особых свойств крупных городов. В группе крупных городов можно найти как общее, объединяющее их, так и отличное, проявляющееся в виде индивидуальных для каждого города функционирования и развития.

По мнению Алюкова С.В. недостатком этой и других аналогичных классификаций городов на основе численности населения является искусственный способ разбиения городов на группы, волюнтаристски назначенные границы этих групп. По его мнению, совершенно непонятно, почему города с населением в 999 тысяч и в 1 миллион (гипотетический пример) должны попадать в различные группы. Ведь ясно, что при такой численности населения разница в тысячу человек не имеет сколь существенного значения, тем самым, приводя реальный пример. Согласно переписи населения 2002 года, в Липецке проживают 506 тысяч жителей, а в Томске – 487,7 тысяч. Разница составляет 18,3 тысяч жителей, что менее 5% от населения каждого из этих городов. При проведении исследований погрешность менее 5% обычно не является значительной. Тем не менее, данные города попали в разные категории по существующей классификации: Липецк – в категорию крупнейших городов, а Томск – в категорию крупных городов [2].

Подводя итог вышеизложенному, следует отметить, крупные города являются важным фактором общественного прогресса, результатом и ресурсом развития цивилизации [3]. Их особенностью является многофункциональность. Они, как правило, одновременно выполняют функции центров промышленности, хотя современные крупнейшие города меняют функциональную ориентацию, промышленность покидают мегаполисы, которые становятся центрами потребления товаров и услуг, здесь наиболее ярко проявляется переход к обществу потребления в развитых странах, так же они выполняют функции крупных транспортных узлов, являются цитаделью финансовых структур и других объектов рыночной инфраструктуры, центрами образования, науки и культуры. Обычно они выполняют роль общенациональных или региональных административных центров. Спецификой их являются гибкость внутренней социально-экономической структуры, высокий потенциал роста, они служат своеобразным «магнитом», притягивающим все виды ресурсов.

Список литературы:

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 07.05.1998 N 73-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 11.05.1998. N 19. Ст. 2069.
2. Алюков С.В. Естественная классификация городов на основе кластерного анализа. Южно-Уральский Государственный университет, 2005.
3. Боголюбов В.С. Актуальные проблемы крупных городов / СПбГИЭА. СПб., 1997.
4. Боже-Гарнье Ж., Шабо Ж. Очерки по географии городов. М.: «Прогресс». 1967.
5. Давидович В.Е. Генетическая классификация городов // Вопросы географии. Сборник Т.45. 1959 г.
6. Ермак В.Д. Классификация?.. Типология. Идентификация! // «Соционические чтения». №10(31). 1999.
7. Кнобельсдорф Э.В. К вопросу о типах советских городов // Географический сборник XI. 1957 г.
8. Перцик Е.Н. География городов (Геоурбанистика). М.: Высшая школа. 199.

ВЫСШАЯ ШКОЛА XXI ВЕКА

УДК 005, 091

ДИАЛОГ ЦИВИЛИЗАЦИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЛОСОФИИ: КУЛЬТУРНЫЕ РЕГИОНЫ И ПЕРИОДЫ В ДИСТАНЦИОННОМ УНИВЕРСИТЕТСКОМ КУРСЕ

Д. Ю. Будылин, С. В. Полатайко

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

bdln@narod.ru, polatayko@irbt-itmo.ru

В дистанционных университетских курсах, создаваемых для российского образовательного пространства, приобретает особую актуальность цивилизационное измерение при изложении философии.

В научной литературе накоплены богатые теоретические и методологические основания для педагогически корректного пространственно-временного деления культурно-исторического процесса, в соотношении с другими типами деления, при изучении университетского курса философии: достаточно упомянуть классические исследования П. А. Сорокина [5] и Р. Коллинза [3] и отметить такие труды, изданные Российской академией наук, как «Универсалии восточных культур» [7] и «Цивилизация. Восхождение и слом» [8].

Дистанционное обучение, ориентированное по российским цивилизационным идеалам, предполагает соотнесение российского культурного пространства и этапов исторического развития российской философии с другими, сопоставимо крупными и значимыми культурными регионами и периодами.

Учитывая новые стандарты и требования по формированию общекультурных компетенций, при многообразии направлений подготовки обучающихся на дистанционных курсах, а также многообразии возможной гражданской принадлежности (национальностей) обучающихся, базовой задачей становится формирование адекватного понимания философии как социокультурного феномена в определенных общезначимых временных и пространственных координатах.

Для удобного и наглядного представления в дистанционном университетском курсе, с учетом принципов восприятия и запоминания информации, история философии может быть распределена по 7 периодам и 7 регионам.

Историю философии можно поделить на семь периодов по четыреста лет: VIII – V века до н. э.; IV – I века до н. э.; I – IV века; V – VIII века; IX – XII века; XIII – XVI века; XVII – XX века.

Деление на периоды равной продолжительности помогает сравнивать динамику философских движений в разных регионах. Однако рассмотрение философии по этапам или периодам развития зачастую скрывает тот факт, что философия развивается мыслителями, связанными между собой через оппозиции и союзы, линии противоборства и преемственности, через исследовательские и учебные учреждения, религиозные и политические объединения. Поэтому приводимую здесь периодизацию, как и любое рассмотрение философских учений по «периодам», «этапам», «стадиям», требуется воспринимать как условные рамки и отдавать приоритет установлению социальных и аргументативных взаимосвязей между философами [3].

Рассмотрение философии по регионам позволяет улучшить условное деление философии на западную и восточную – деление анахроничное и географически неточное [3, 7]. Регионы, в которых сформировалась философия: Средиземноморье, Индия, восточная Азия. Далее философия развивалась в западной Азии, Европе, России, Америке.

Условное отделение России от Европы проводится как по цивилизационному признаку, так и по географическому [1, 2, 4]. Россия до Нового времени географически относилась к северной Европе, а сегодня ее обычно относят к восточной Европе, хотя с Нового времени в состав России входит северная Азия – Сибирь.

Периоды с первого по четвертый предлагается условно отнести к древней философии: в Средиземноморье, в Индии, в восточной Азии (в Китае) формируется классическое философское наследие – образцовые интеллектуальные достижения, которые исходили из древних мифов и религий и послужили основой для первых образовательных систем.

Здесь предлагается следующий порядок рассмотрения древней философии по регионам: Средиземноморье – Индия – восточная Азия (Китай). Обоснованием такого порядка служит наличие удобных связей между указанными разделами: связующая тема между Средиземноморьем и Индией – встреча представителей греческой и индийской философских традиций в результате походов Александра Македонского, ученика Аристотеля; связующая тема между Индией и восточной Азией – распространение философии Будды из Индии в Китай.

В начальные три периода проводились древние Олимпийские игры, поэтому вместе эти периоды составляют «олимпийскую эпоху» в истории философии Средиземноморья. Первый период (VIII–V века до н. э.) – время культурного переворота в Древней Греции, ранняя философия (всё более важное средство распространения знаний – письменность). Второй период (IV–I века до н. э.) – эллинистическая культура, расцвет классических философских школ. Третий период (I–IV века) – христианизация эллино-римского мира. Четвертый период (V–VIII века) – завершение христианской патристики, появление мусульманской культуры.

В четвертый период к развитию философии начинают подключаться новые регионы – к востоку и к северу от Средиземноморья: западная Азия и северная Европа. Четвертый период в Средиземноморье и северной Европе организационно и тематически завершает достижения третьего периода: христианская патристика датируется временем со II по VIII век. При этом до VI века действуют античные философские школы и движения, а после их официального запрета в христианских странах четыре столетия отсутствуют организационные основы для обширного философского творчества. А для западной Азии четвертый период организационно и тематически примыкает к пятому периоду: развиваются условия для возникновения мусульманской философии. Перенос центра внимания с запада на восток позволяет перейти в этот момент к изучению интеллектуальных традиций Индии и восточной Азии.

При изучении философии Индии и Китая учебные курсы обычно ограничивались древней эпохой, хотя в нескольких современных учебных изданиях по философии уже рассматривается полная история философских традиций Индии и восточной Азии. Указанное ограничение пока еще оправданно, поскольку уже в древнюю эпоху в Индии и Китае были созданы основополагающие произведения с философским содержанием, а Россия восприняла философию через средиземноморскую традицию. Поэтому вполне достаточно изучить на занятиях несколько ключевых философских текстов Древней Индии и Древнего Китая, а также уяснить, что условия развития философии в этих регионах, при всех особенностях и типических отличиях, имеют структурные сходства с условиями развития философии в Древней Греции [3]. Дальнейшая история философии в Индии и восточной Азии (Тибете, Китае, Корее, Японии) оставляется студентам для самостоятельного изучения. В периоды после древности эти регионы дали мировой культуре выдающихся мыслителей, особенно таких направлений, как ведантическое, конфуцианское, буддийское. Поэтому достаточно уделить внимание истории индийской и китайской философии до конца пятого периода, когда оформились основополагающие тексты философских традиций (когда в Индии ведантическая философия вытесняет буддийскую, а в Китае составлен канон конфуцианской философии) или до конца шестого периода, когда европейская цивилизация становится лидером технологического и экономического развития. Общим наследием для южной и восточной Азии является буддийская философия.

После рассмотрения философии Индии и восточной Азии обучающимся предлагается вернуться, условно следуя по Великому шелковому пути, на запад – в западную Азию, Средиземноморье и Европу.

Важную роль в развитии философии в пятый период (IX–XII века) играет мусульманская культура (западной Азии и Средиземноморья): переводятся и комментируются античные философские труды, сочиняются оригинальные произведения. Возрождение и трансляция классического античного наследия происходит во многом через труды философов мусульманской цивилизации.

В шестой период (XIII–XVI века) ведущая роль в развитии философии закрепляется за христианской культурой (Средиземноморья и Европы): создаются университеты, возрождается и усваивается классическое философское наследие. Пятый и шестой период вместе соответствуют временам Средневековья и Возрождения, в конце этого времени наступает прорыв в технологиях

распространения знаний – начинается книгопечатание.

Седьмой период (XVII–XX века) соответствует эпохе Нового времени и современности (Новейшего времени), к мировому философскому процессу активно подключаются Россия и Америка. В этот период происходит научная революция (возникает математическое естествознание) и начинается просветительское движение; большое влияние на развитие интеллектуальной культуры оказала реформа университетов, на основе философских знаний происходит становление социальных наук (экономики, социологии, психологии, исторических и политических наук). Знания распространяются всё более широко, приближается всеобщая грамотность населения, изобретаются и разрастаются массовые информационные технологии (телефония, радио, телевидение, компьютерные сети).

Данный порядок изучения (с нейтральной периодизацией и путешествием через регионы: античное Средиземноморье, Индия и Восточная Азия, западная традиция, новая философия) позволяет обучающимся легче обозревать культурно-историческую динамику развития ключевых идей [5, 6] при освоении дистанционного университетского курса.

Список литературы:

1. Данилевский Н. Я. Россия и Европа: Взгляд на культурные и политические отношения Славянского мира к Германско-Романскому. М.: Эксмо; Алгоритм-книга, 2003.
2. Дэвис Н. История Европы: Пер. с англ. М.: АСТ: Транзиткнига, 2005.
3. Коллинз Р. Социология философий: Глобальная теория интеллектуального изменения: Пер. с англ. Новосибирск: Сиб. хронограф, 2002.
4. Копосов Н. Е. Хватит убивать кошек! Критика социальных наук. М.: Новое литературное обозрение, 2005.
5. Сорокин П. А. Социальная и культурная динамика: Исследование изменений в больших системах искусства, истины, этики, права и общественных отношений: (Изложение в одном томе): Пер. с англ. СПб.: Изд-во РХГИ, 2000.
6. Уайтхед А. Н. Приключения идей: Пер. с англ. М.: ИФРАН, 2009.
7. Универсалии восточных культур / Отв. ред. М. С. Степанянц. М.: Восточная литература, 2001.
8. Цивилизация. Восхождение и слом: Структурообразующие факторы и субъекты цивилизационного процесса / Отв. ред. Э. В. Сайко. М.: Наука, 2003.

УДК: 340.114.5.

**ПРАВОВОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И ЕГО МЕСТО
В ВОСПИТАНИИ ВЫПУСКНИКОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ XXI ВЕКА****А.В. Колотилин**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

alexej.kolotilin@yandex.ru

Как известно, в качестве одной из основных преград на пути окончательного превращения нашей страны в сильное, инновационное и современное государство, выступает относительно невысокий уровень правового сознания, а следовательно, и правовой культуры значительной части российского общества. К сожалению, российские граждане исторически не привыкли качественно и своевременно соблюдать действующее законодательство, уважать права и свободы других людей, а также законные интересы государства и общества. Даже русский фольклор убедительно свидетельствует о неуважительном, зачастую пренебрежительном и несерьезном отношении к законодательству, правоприменительной и судебной практике. В частности, и сейчас в России довольно часто можно услышать такие пословицы как: «закон что дышло, куда повернул, туда и вышло»; «не всякий прут по закону гнут»; «законы – миротворцы, да законники – крючкотворцы»; «с сильным не борись, с богатым не судись»; «правда да суд не рядом живут»; «не всякий судит по праву, иной и по нраву». Вышеприведенные, а также многие другие «крылатые» фразы во многом отражают действительное отношение к праву и его действию в нашей стране россиян.

Одним из важнейших условий существенного повышения уровней правового сознания и правовой культуры в нашем государстве, по нашему мнению, должно стать дальнейшее развитие и расширение правового воспитания и образования, в том числе и в российской высшей школе. Правовое обучение не только способствует воспитанию гармонично развитой, целостной личности, но и придает жизнедеятельности, в совокупности с прочей и профессиональной, данной личности правовой аспект. В данной связи несомненной аксиомой следует признать то обстоятельство, что базовое знание своих прав и обязанностей, умение их приобретать, осуществлять и защищать должно стать неотъемлемой особенностью любого выпускника высшей школы, будь то экономист или менеджер, инженер или технолог, физик или химик. Любая специальность предполагает в той или иной степени правовое регулирование, поэтому обучение основам российского права выступает в качестве одного из постулатов образования. Кроме перечисленного, правовое образование тесно связано с общим уровнем правовой культуры в стране, без повышения которой становится немыслимым дальнейшее общественное и государственное развитие.

К сожалению, следует констатировать, что и в наше время, довольно значительная часть российского общества, в том числе и молодежи в той или иной степени склонна к девиантному или иным формам противоправного поведения. Немалое число россиян соблюдают законы только потому, что опасаются привлечения их к различным видам юридической ответственности за нарушение последних. Комплексное, системное и непрерывное правовое воспитание и образование призваны помочь исправить данную ситуацию. Для цивилизованного государства, каким сегодня является наша страна, должно стать нормой активное законопослушное поведение.

Правовое образование выступает в качестве одного из ключевых элементов российского образования. Важную роль, в частности, правовое образование играет в нашей высшей школе. Высшие учебные заведения России призваны выпускать будущую интеллектуальную элиту государства, которая займет ключевые позиции на пути строительства его благополучного будущего. Выпускники вузов в значительной степени определяют, и, естественно, будут определять систему государственных и общественных ценностей, культурные приоритеты общества. Уровень правовой культуры как неотделимой части общесоциальной культуры, также в большой мере будет зависеть от будущих специалистов с высшим образованием. В данной связи необходимо дальнейшее развитие института правового образования в России, признание его ключевого места в системе формирования профессиональных компетенций выпускников. Параллельно с этим правовое образование должно стать более модернизированным, максимально приближенным к современным реали-

ям жизни. Следует отметить и то обстоятельство, что все процессы правового воспитания и обучения стоит строить таким образом, чтобы они были понятны сегодняшней российской молодежи, иными словами, необходимо говорить с молодежью на понятном и доступном ей языке. Поэтому использование интерактивных игровых методик должно занимать важное место в воспитании и образовании выпускника высшей школы XXI века. Безусловно, что при соблюдении вышеуказанных условий правовое образование достигнет необходимого для общества и государства результата.

Правовое образование в нашей стране преследует, бесспорно, самые высокие и благородные цели – повышение уровня правовой культуры и правового сознания населения страны, и, как следствие, укрепление законности и правопорядка на ее территории. Достижение данных целей – одно из ключевых условий окончательного утверждения и дальнейшего развития новой суверенной, правовой и демократической России, в которой будут жить новые поколения выпускников.

Список литературы:

1. Колотилин А.В. Значение личности преподавателя вуза в формировании профессиональных компетенций будущих специалистов: основные аспекты // Актуальные теоретические и практические аспекты развития предприятий различных форм собственности в контексте модернизации экономики//третья научно - практическая интернет - конференция факультета экономики и экологического менеджмента НИУ ИТМО ИХиБТ. Санкт-Петербург, 2012.

2. Колотилин А.В. Роль мониторинга деятельности российских высших учебных заведений в модернизации системы современного высшего профессионального образования:ключевые аспекты // Актуальные теоретические и практические аспекты развития предприятий различных форм собственности в контексте модернизации экономики//третья научно - практическая интернет - конференция факультета экономики и экологического менеджмента НИУ ИТМО ИХиБТ. Санкт-Петербург: НИУ ИТМО. Институт холода и биотехнологий, 2012.

3. Колотилин А.В. Правовое образование в России как важнейшее условие повышения правового сознания и правовой культуры общества // Россия в ВТО: проблемы, задачи, перспективы. Сборник научных статей/Под общ.ред.проф.В.В.Тумалева. Санкт - Петербург: СПб: НОУ ВПО "Институт бизнеса и права", 2012. Вып. 13. С. 97 – 99.

УДК 005. 091

АВАТАР КАК ПРИРОДА СУБЪЕКТА СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА И ОБРАЗОВАНИЯ

А. А. Львов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

camenes@yandex.ru

В современном обществе, характеризуемом как общество потребления и представляющем собой определенную ступень на пути к информационному обществу, трансцендентальный субъект способен пойти двумя путями своего развития: с одной стороны, он может представлять индивидуальность, с другой – субъекта этого общества. При этом индивидуальность обуславливается внутренними потенциями личности, а субъект общества – внешними, т.е., сообщенными ему.

Развитие индивидуальности – это классический ход становления трансцендентального субъекта; сознавая внутренние потенции, он образовывается в рамках своей внутренней необходимости, наращивая качества и характеристики на костяк своей внутренней интенции, своего интереса. Этот сюжет прослеживается в рамках классической традиции восприятия человека, когда мы говорим о его способности к самосознанию, самоидентификации и самореализации внутри общества, посредством и для общества. В этом случае общество служит призмой для индивидуума, сквозь которую она рассматривает мир, иначе говоря – как основание ее трансценденции.

Развитие субъекта общества потребления, т.е., субъекта, наделенного определенными характеристиками специфического общества, происходит иначе. Под внешне задаваемыми параметрами взращивается форматный субъект, способный к нормальному функционированию данного социума. В этом отношении, он лишен внутренней потенции к отличию себя от общества, и последнее выступает как идентификация его, лишая его самого самоидентификации. Субъект отделяется от другого субъекта посредством своей функции в этом социуме. Тогда общество служит уже не призмой, а зеркалом, в котором субъект способен различить самого себя.

Однако способностью к трансценденции или к трансгрессии, которая определяется рефлексией, осуществляемой индивидуумом, не обладает субъект общества потребления. Последний не может выйти за рамки обусловленного, заданного, формализованного мира, в котором он функционирует, поскольку трансценденция или трансгрессия предполагает то, что мы назовем внешним мифом. Этот внешний миф, или просто миф – то, что противопоставляется внутренним потенциям трансцендентального субъекта как их актуальное; так, примером такого мифа может служить древняя практика античности вопроса оракулу, на фронтоне храма которого было начертано «познай самого себя». Общество потребления обладает внутренним, замкнутым на самое себя мифом, которой обеспечивает этому обществу его функциональность. Отсюда мы можем, вслед за Бодрийяром, сделать вывод, заключающий в себе (с некоторыми оговорками) квинтэссенцию вообще новейшей субъектности: человек больше не является индивидуальностью, а состоит теперь из знаков своего социального статуса. В этом смысле, обращаясь к мифу в обществе потребления, его субъект не выходит за границы общества, а снова возвращается к нему.

Набор характеристик и механизмов общества потребления устроен так, что его субъект постоянно находится в «шизофреническом» (в делезовском смысле) состоянии: он как бы расслаивается на множество аватаров, своих псевдоидентификаторов, которые представляют не его самого, а его конкретную функцию. Индивидуальность по его определению расслоить или разделить нельзя, и ее рефлексия обуславливает момент собранности в ней самой; аватар (правильнее, аватара) работает на уровне рефлекса, который позволяет реагировать на «внешние раздражители», такие как требования к нему общества, его задача в обществе, условия его становления и адекватного функционирования в обществе и т.д. Наконец, необходимо отметить крайнюю мифотворческую активность общества потребления: не обладая трансцендентным мифом, оно, тем не менее, обеспечивает себе миф имманентный, который зиждется на адекватности субъекта этому обществу. Аватары, которыми пользуется в нем субъект, очень колоритно оттеняют изначальный их смысл – нисхождения Бога из духовного мира в низжайшие сферы бытия. В «Бхагавад-Гите» Кришна,

восьмая аватара Вишну, именуется Господом. В этом смысле субъект потребления способен создать аватару бога, смерть которого даже не замечается в рамках общества, свою функциональностью поддерживающий внутренний миф.

Заметим, что имеют место бинарные оппозиции, характеризующие индивидуума и субъекта общества потребления. Если первый обнаруживается как личность, то последний присутствует в обществе адекватным образом как аватар. Аватар может при этом быть пустым понятием, симулякром в смысле Бодрийяра, т.е., репрезентировать собою отсутствие реального смысла. Затем, индивидуальность требует своего места в бытии, своего «топоса»; субъект в ситуации шизообщества и постоянной готовности расслиться, скорее, соматичен, телесен. Наконец, рефлексии личности противостоит рефлекс аватара, не способный направить его на жест трансгрессии или дать представление о трансцендентных основаниях бытия. Находясь в обществе потребления, субъект не находит в нем точки сборки, и теряется в нем, запутывается в социальной сети регламентированных отношений. Он готов на прививку шизофрении для того, чтобы обеспечить и оправдать внутренний миф этого общества, и при становлении его аватаром его лицо стирается, как рисунок на прибрежном песке.

В современных образовательных процессах, характеризующихся непосредственной включенностью в информационный процесс, проблема аватара стоит особенно остро. В дистанционных курсах, которые разрабатывают ведущие высшие школы мира и которые теперь становятся популярными в нашей стране, роль преподавателя низводится до роли некоторой программы, которая раскрывается под испытующим взглядом обучающегося. Однако здесь как будто бы нет прежней ориентации на воспитание, учительствование; лектор, шизофренично распадаясь на многочисленные функции приложений и тестовых материалов, представляет собой еще один аватар в и без того перегруженном «глобальном френд-листе» обучающегося. Если задаться вопросом Сократа в Первом Алкивиаде: «Можешь ли ты сказать, кого Перикл сделал мудрым?» (118 D), то окажется, что аватар как только функция информационного процесса (например, обучения) может сотворить только себе подобного – еще одного аватара, представляющего собой часть механизма всеобщей образовательной системы, скорее переносчика, чем носителя знания.

Такое положение вещей полностью коррелирует с запросом современной образовательной системы Европы, Америки и России, т.е., на территории стран с развитым или развивающимся болонским процессом. Однако, следует задаться вопросом, можно ли придать такому положению вещей обратную перспективу? Можно ли при помощи дистанционных курсов не формировать субъекта информационного потребления, а наоборот, создавать личность, способную проявляться несмотря ни на какие цифровые и системные преграды? Ответ на этот вопрос будет означать и ответ на вопрос о возможности и актуальности человеческой свободы, который ставится современностью; более того, ответ на этот вопрос позволит не только создать успешные и перспективные дистанционные курсы, но и продолжить традицию воспитания, связанную с определением призвания учащегося. В этом смысле есть надежда, что под личиной аватара все-таки может еще скрываться отчужденное современными образовательными процессами лицо; вот-вот из-под непроницаемой толщи потока информации проглянет вглядывающееся в мир лицо.

Список литературы:

1. Бодрийяр Ж. Общество потребления. М.: 2006.
2. Гегель Г. В. Ф. Философская пропедевтика // Гегель Г. В. Ф. Работы разных лет (в 2 тт.). М., 1973, т.2.
3. Платон. Первый Алкивиад. // Платон. Диалоги. М.: 2011. С. 76 – 126.
4. Полатайко С. В. Интеллектуальный синтез субъектов и субъектность в социальной природе. // Образование, экономика, общество: научный журнал. Изд. Национальный открытый институт России. 5-6 (15-16) октябрь-декабрь 2009. С. 69 – 72.
5. Полатайко С. В. образовательные идеалы социальной философии. СПб, 2007.
6. Фуко М. Герменевтика субъекта. СПб, 2007.
7. Matchett, F. Krishna, Lord or Avatara?: The Relationship Between Krishna and Vishnu. - Routledge, 2000.

УДК 001.1

ИНФОРМАЦИЯ И НАУЧНОЕ ЗНАНИЕ**А.Н. Малахов**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Со второй половины XX века, слово «информация» стало одним из самых ходовых на всех языках. Последовавший за этим разрыв между научным понятием информации и указываемым словом дошел до того, что постиндустриальную стадию цивилизованного развития стали называть «информационным обществом». В обыденном сознании понятие «знание» все чаще стало заменяться безликим термином «информация». В настоящее время понятие информация используется полифункционально как любое сведение или сообщение - научное, околонаучное и не научное. Получается, что это понятие по объему больше, чем понятие «научное знание». Эти понятия совпадают по смыслу, когда используют термин научная информация. Возникает вопрос, насколько в современном научном языке *информация* и *знание* (особенно – *научное знание*) могут быть синонимами.

Выяснение вопроса о логическом отношении между информацией (сведением) и знанием следует начать с концепции Ф.Бэкона, который весьма основательно выдвинул девиз эпохи «великого восстановления науки» – «Знание есть сила». В его время становилось все более понятно даже обыденному сознанию, что всемогущей силой становится именно *научное знание*, хотя и до этого здравый смысл многократно демонстрировал свои преимущества в сравнении с верой, мистикой и суеверием. С тех пор развитие познания как интенсивного способа добычи знаний и особенно науки, как профессии по добыче самого ценного для практики - научного знания, стало основным путем духовного прогресса цивилизации. Развитие классической и постклассической науки вызвало такой бурный рост теоретический и практических сведений глобального значения, что потребовалось вмешательство научного интеллекта в регулирование и управления этим стихийно-социальным процессом всемирно-исторического значения.

Философское понимание научного знания касается тех сведений, которые общественное сознание получает на уровне мыслительного перехода от явления к сущности любых предметов. Первичное знание есть ведение о том, что происходит в действительности за пределами чувственной кажимости. Действительное, а не мнимое отражение явления в сознании есть «высвечивание» в нем сущности первого порядка. Научное познание есть движение мысли от этой сущности ко все более глубоким сущностям бытия. Знание определяется В.П. Кохановским как «содержание сознания, полученное человеком в ходе активного отражения, идеального воспроизведения объективных закономерных связей и отношений реального мира»¹. Он справедливо различает смыслы «знания» - как «любой познавательной значимой информаций (гносеологической) и как форму теоретического отношения человека к действительности (эпистемологической). Практически наиболее ценно в этом плане *научное* знание. Оно производится социальным интеллектом на уровне, который выше и обыденного и идеологически-теоретического уровней развития общественного разума управленческой направленности.

Развитие общественной практики можно трактовать как историческую череду успехов в управлении (со стороны социальных субъектов) стихийными природными и социальными процессами. Эти успехи достигались всегда интеллектуальными, социальными и техническими средствами. История XVIII - XX веков убедительно показывает, что особенно впечатляюще соединенные усилия научно-технического и социального прогресса. В частности, это выразилось в факте появления кибернетического направления как стержневого в развитии грандиозного процесса научно-технической революции.

Кибернетика определяется ныне по предмету своему как «наука об управлении, связи и переработке информации», имеющая внутри ряд разделов, относительно самостоятельных научных направлений - теория информации, теория алгоритмов, исследование операций, теория автоматов, теория распознавания образов, теория оптимального управления. Само возникновение этой науки связано с потребностями создания ЭВМ как основного технического средства решения практи-

ческих задач научно обоснованного управления и с дальнейшим прогрессом электронной вычислительной техники. Именно поэтому оказалось особенно развитой в ходе развертывания научно-технической революции техническая кибернетика как отрасль науки, изучающая технические системы управления ². В кибернетике, как комплексе научных и практически-технических процессов, стержневым моментом оказалась теория информации, развивавшаяся на базе достижений математической физике, теории связи и теории алгоритмов.

В рамках неопозитивистского понимания сущности информации была объективно зафиксирована лишь ее количественная сторона (мера неопределенности событий). Соответственно на этой основе и стала развиваться техническая наука об операциях с информацией - информатика. Однако, в дальнейшем, по мере осмысления качественной стороны информации, особенно социальной; и необходимости ее количественных и качественных характеристик, - возникла потребность всестороннего, научного и философского осмысления единства и развития всех информационных процессов. За техническими пределами информатики обозначилась широкая предметная область научного познания разнообразия информационных процессов – информология.

Исходным пунктом интеллектуального анализа информационных феноменов является обыденное понимание любых сведений в процессе их передачи. Собственно сведения и осуществляют в процессе тотальной «передачи», начиная с фиксации разнообразия бытия некоторой отражательной системой и конечной обработкой их в управляющих действиях. Информация как бы «угадает» в управляющем сигнале, который в свою очередь рождает новую информацию.

На уровне теоретического интеллекта анализ обнаруживает в различных сведениях новую «сущность второго порядка», где качество информации еще не охвачено, но уже фиксируется ее количественная сторона – как мера неопределенности событий (по К. Шеннону). Математическая теория информации была создана в 1948 г., когда Шеннон и У Уивер опубликовали статью «Математическая теория связи». В том же году Н. Виннер развил идею «информационного видения» кибернетики как науки об управлении и связи в живых организмах, обществе и машинах. Постепенно понятие информация и информационный подход приобрели общенаучный статус. Дальше интеллектуальный анализ сведений поднимается на научно-теоретический уровень, где фиксируется проявляющаяся в них «сущность третьего порядка» – структурная. Здесь качество еще не определено по существу («информация есть не материя и не энергия», по Н. Винеру), но уже схватывается в структурном единстве с количеством. Так рождается концепция информации как отражения разнообразия (по А.Д. Урсулу)

Попытка провести интеллектуальный анализ природы различных сведений на философском уровне привела академика В.М. Глушкова к концепции информации как атрибуте материи. Однако, здесь возникло недоразумение.

Во-первых, не схвачена специфика этого атрибута среди многих других атрибутов отражаемой сознанием объективной реальности. Во-вторых, не преодолена неопределенность винеровского «отрицательного понимания» материальной сущности информации.

Понадобился обстоятельный диалектично-материалистический анализ информационной «сущности четвертого порядка», чтобы придти, наконец, к научно-философскому пониманию информации как упорядоченному отражению разнообразия бытия (В.Г. Пушкин, И.И. Гришкин и др.). Это эпистемологическое движение означало начало преодоления узкого горизонта математически-технического понимания глобального бытия информационных процессов и выход к научно-философским горизонтам информологии как науки о природе и закономерностях самоорганизации информационных процессов в естественно-социальном континууме.

Современное общественное определение информатики имеет весьма расширительный характер: это «отрасль науки, изучающая структуру и общие свойства информации, а также вопросы, связанные с ее сбором, хранением, поиском, переработкой, преобразованием, распространением и использованием в различных сферах деятельности»³. Теория информации определяется конкретно, иногда – как теория сообщений: это «...раздел кибернетики, в котором математическими методами изучаются способы измерения количества информации, содержащийся в каких-либо сообщениях, и ее передачи» [2]. В БЭС дается лишь функциональное определение понятия «информации»: «...с середины XX в общенаучное понятие, включающие обмен сведениями между людьми, человеком и автоматом, автоматом и автоматом; обмен сигналами в животном и растительном мире; передачу признаков от клетки к клетке, от организма к организму одно из основных понятий кибернетики» (там же)

Технико-кибернетическую природу информации как науки утверждает и научно-исторический экскурс, предпринятый недавно профессором

Ю.П. Петровым(2005). Он выделил в истории информатики три крупных этапа:

1) письменность и книгопечатание (от возникновения письма с начала цивилизации до середины XIX века);

2) использование электротехнических средств (особенно в период научно-технической революции XX века);

3) «современный этап, когда важнейшим элементом информатики стали персональные компьютеры и появилась сеть Интернет»⁴. Использование технических достижений, как показал этот автор, стало атрибутом, информатики как технической науки, применяющей, прежде всего математические методы.

Однако, в своих теоретико-методологических суждениях Ю.П. Петров выходит далеко за пределы технико-научного понимания предмета и основы информатики. Он утверждает: «Теоретическая и философская база информатики получила название теории информации» [4]. Рассмотрев далее основное содержание теории информатики, автор далее рассуждает по философским вопросам информатики на уровне смешения методов обыденного, физического и математического познания. Он, между прочим, утверждает наперекор словарям и современным энциклопедиям, будто на самом деле «...информация совсем не является мерой упорядоченности, мерой организованности порядка» [4].

Из всех приведенных выше суждений следует, что исторически и логически информатика является технической наукой и своим предметом не исчерпывает всего знания об информации, о реальном содержании этого общенаучного понятия, и во-вторых, познание всей глубины динамических отношений между знаниями и информацией (т.е. учением и сведениях) входит в предмет информологии как фундаментальной науки о сущности и развитии информационных процессов бытия.

Современное общество вступает в информационную стадию развития, в рациональной всей социальной жизни. Это не только возможно, но и жизненно необходимо.

Сделаем выводы: не всякое сообщение является научным знанием. Научное знание обладает определенными признаками научности – оно рационально, в том смысле, что оно получено на основе рациональных процедур и законов логики, оно объективно, т.е. отражает объективную истину, оно проверяемо в опыте, наблюдении и эксперименте, оно систематично, в том смысле, что оно имеет определенную структуру.

Список литературы:

1. Философия. Краткий тематический словарь - Ростов н/Д.: 2001. с.273.
2. Большой энциклопедический словарь. М. СПб: 2004. с.522.
3. Большой энциклопедический словарь,- 2-е изд., перераб. и доп. М. СПб: 2004. с. 455.
4. Петров Ю.П. История и философия науки. Математика, вычислительная техника, информатика. СПб. 2005. с.197.

УДК 378, 378.183, 331.105.5

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ИХИБТ НИУ ИТМО В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА

Л.В. Силакова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

silevery@yandex.ru

Современная система образования представляет собой развивающуюся структуру, претерпевающую постоянные изменения. Этот процесс не происходит быстро и не зависит от какого-то одного фактора. В этом смысле высшим учебным заведениям (ВУЗам) нужно быть готовыми лавировать в таком пространстве, нивелировать негативные для себя последствия и превращать потенциальные угрозы в преимущества.

Кроме того, в России поэтапно происходит переход к двухступенчатой системе обучения (бакалавриат и магистратура), введение кредитно-модульной системы, налаживание практики академической мобильности студентов и преподавателей, что является примером реализации требований открытости образования и участия общества в управлении образованием [4, С. 7]. Новые задачи, которые руководство научного сообщества ставит перед высшей школой (омоложение преподавательского состава, замена профессорско-преподавательского состава (ППС) на научно-педагогических сотрудников (НПС) университета) меняют функции преподавателей, уклон делается на исследовательскую и научную функции, что ведёт к развитию научной составляющей.

Кроме того, возникают принципиальные объективные факторы, которые могут превратиться в реальные угрозы развития университета при небрежном отношении к ним. С одной стороны, это перспектива образования глобальных управляющих конструкций, наподобие «образовательного ВТО», обеспечивающих открытость международных рынков образования (пример прототипа европейская программа Erasmus-Mundus), а также ожидаемая ещё большая «утечка мозгов» студентов, аспирантов, в том числе через интернет-сервисы, например, бесплатная американская система дистанционного обучения – courser (см. www.coursera.org), в которой каждый может бесплатно проходить курсы повышения квалификации по любым интересующим направлениям. С другой стороны, это смена поколения обучаемых и их восприятие глобальной конкуренции, качества инфраструктур в образовании и своих перспектив.

Чтобы удовлетворять требованиям, выдвигаемым перед образовательными учреждениями, им необходимо проводить критическую оценку того, как развивается рынок образовательных услуг в нашей стране и в мировом сообществе. Эта работа проводится НИУ ИТМО и имеет определенные результаты, в том числе по направлениям, получающих отражение в мировых рейтингах. Активная деятельность НИУ ИТМО направлена на формирование положительного имиджа университета, как в нашей стране, так и на мировой арене. Примерами практических достижений в этом направлении являются:

- 1) пятая подряд победа в Чемпионате мира по программированию в Санкт-Петербурге 2013 ACM-ICPC World Finals;
- 2) активное участие и призовые места в различного рода спортивных и общественных конкурсах (второе место в спартакиаде среди ВУЗов Санкт-Петербурга);
- 3) деятельность волонтеров ИТМО в проведении Олимпиады в Сочи в 2014 году;
- 4) открытие студенческого радио «Мегабайт», которое в течение 6 часов ведёт вещание информационных, музыкальных, научных и образовательных программ в сети Интернет [5].

Продолжая разговор о рейтингах, нужно отметить, что войдя в конкурентную гонку, российские ВУЗы стремятся попасть в топ лучших университетов мира, в соответствии с Указом Президентом России от 7 мая 2012 г. № 599 об обеспечении вхождения к 2020 году не менее пяти российских университетов в первую сотню ведущих мировых университетов согласно мировому

рейтингу университетов [1]. К решению этой задачи приступило Минобрнауки РФ. Одним из главных рейтингов является QS World University Rankings, который публикуется с 2004 года и является одним из признанных международных рейтингов вузов. На данный момент в пяти сотнях лучших ВУЗов, согласно данному рейтингу, можно наблюдать всего 6 вузов России [3, 6].

8 мая 2013 года был объявлен открытый конкурс в рамках реализации положений Указа Президента России от 7 мая 2012 г. № 599, а 12 июля были определены 15 ВУЗов, которым будет доверено претендовать на вхождение в «Топ-100». Всего на участие в конкурсном отборе было представлено 54 заявки от российских вузов. Приятно видеть в перечне победивших 3 петербургских ВУЗа, в том числе и ИТМО.

В связи с этими планами университет принял Концепцию долгосрочного развития Университета до 2034 г. (3 этапа), наметив тем самым конкретные действия и требования (пути), которыми нужно этого добиваться. В Программе развития Университета НИУ ИТМО, сформулированной ещё в 2009 году, была назначена цель: «содействие технологическому развитию и усилению экономики российской Федерации в условиях ускоряющегося развития и глобализации мировой экономики». Эта цель полностью соответствует базовым положениям «Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 г.», утверждённой распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р, где в частности, в качестве основной задачи второго этапа записан «...рывок в повышении глобальной конкурентоспособности экономики на основе её перехода на новую технологическую базу, улучшения качества человеческого капитала и социальной среды, структурной диверсификации экономики» [2].

Зарубежные учёные привыкли доверять рейтингам, поэтому все действия должны быть согласованы и быть направлены на конечную цель, а также сочетать в себе краткосрочные и среднесрочные планы и стратегии, не нарушая итоговой задачи. Однако, по нашему мнению, попадание в рейтинги не является самой целью, здесь важно, чтобы показатели были отражением конкретных и эффективных действий, поэтому ВУЗы нужно наполнять реальной деятельностью.

Ведь, с одной стороны, есть необходимый уровень рейтинга, которому должен соответствовать ВУЗ, обеспечивающийся следующими критериями:

- 1) хорошая репутация в академической среде (это основной критерий);
- 2) не менее 3 тысяч статей в ведущих научных журналах в год (и высокая цитируемость публикаций сотрудников вуза);
- 3) не менее 15% студентов-иностранцев;
- 4) отношение к выпускникам университета работодателей;
- 5) соотношение числа преподавателей и студентов.

А с другой стороны, государство понимает, что нехватка финансирования не позволит выбиться в рейтинги и готово поддержать выбранные образовательные учреждения: на финансирование уже выделено 9 миллиардов рублей. Эти средства будут направляться на наращивание исследовательского потенциала, привлечение иностранных студентов и преподавателей, изменение системы управления вузом, а также продвижение отечественного образования на глобальном рынке [7].

Другими словами финансирование будет направляться и на оживление международных отношений, как предполагается в концепции 2020. И в этом смысле нужно делать работу в ВУЗах таковой, чтобы и к нам ехали. А в перспективе такие действия обеспечат реализацию имеющейся концепции.

Институт холода и биотехнологий (ИХиБТ), являясь с 2012 г. частью НИУ ИТМО, начинает организовывать такого рода работу.

Таким примером могут служить новые формы организации научно-исследовательской работы на кафедре истории и философии, возглавляемой с 2012 года Полатайко Сергеем Васильевичем. Имея большой опыт организации международного сотрудничества и широкий круг научных связей, он ведёт активную деятельность по поиску результативно работающих научно-педагогических кадров, повышению общей эффективности работы сотрудников кафедры и ВУЗа. Не так давно, с его активным участием, была проведена работа по заключению договора о сотрудничестве с Йенским университетом имени Фридриха Шиллера (Германия), в развитие которого организована работа постоянно действующего семинара «Информация. Биополитика. Социальная физика». Первое проведение семинара (на базе факультета экономики и экологического менеджмента такого рода семинар был организован впервые) способствовало повышению интереса преподавательского состава, студентов, аспирантов к научному процессу.

Семинар прошёл 23 мая 2013 года на площадке Технопарка НИУ ИТМО. В рамках этого мероприятия была проведена презентация выпуска переведённой книги «Биология и политика» знаменитого немецкого учёного в области эволюционной теории и антропологии, а также истории Третьего рейха и ГДР Уве Хоссфельда. Заседание проходило на базе Технопарка ИТМО – в Дубовом Зале, известном историческом памятнике.

Во время работы семинара была организована постоянно действующая связь посредством Skype (Скайп) с представителями Университета Кингс-Колледжа, находящегося в городе Галифакс в Новой Шотландии, Канада. Канадские учёные активно участвовали в дискуссии, задавали вопросы и высказывали свои мнения.

Опыт упомянутого семинара важен для формирования представления у наших учёных о тематике проводимых исследований учёными всего мира, востребованности их результатов не только в нашей стране, но и за рубежом, возможностей публикации собственных наработок в зарубежных журналах. Предоставленные условия для работы такого рода семинаров на базе площадки НИУ ИТМО способствовали успеху проведения мероприятия, однако представляется необходимым думать о таких возможностях и на базе имущественного комплекса самого ИХиБТ. Это связано с обязательствами НИУ ИТМО по проведению ежемесячных заседаний заявленного научного семинара.

В сентябре тематикой конференции должна стать «Биополитика», что в целом соответствует новому направлению профилизации института холода и биотехнологий. Реализация новых организационных форм в научной деятельности является практическим наполнением стратегии развития НИУ ИТМО.

Список литературы:

1. Указ президента РФ №599 от 07.05.12 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки».
2. Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 г.» (утв. распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р).
3. Толмачёв Дмитрий Попасть в сотню // РА Эксперт. 21.09.2012г. [Электронный ресурс] // URL: <http://expert.ru/2012/09/21/popast-v-sotnyu/> (дата обращения: 26.06.2013).
4. Ефимов В.С., Лаптева А.В. Высшее образование в России: вызовы XXI века // Стратегии Высшей школы. 2010 г. С. 7
5. Официальный сайт НИУ ИТМО // Новости ВУЗа [Электронный ресурс] // URL: http://www.ifmo.ru/news_list/news_vuz.htm (дата обращения: 11.07.2013).
6. Рейтинг QS World University Rankings 2012 [Электронный ресурс] // URL: <http://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2012> (дата обращения: 26.06.2013).
7. РИА Новости Реформа за реформой. Дмитрий Медведев настаивает на изменении системы управления университетами [Электронный ресурс] // URL: <http://expert.ru/2013/07/5/reforma-za-reformoj/> (дата обращения: 07.07.2013).

УДК 94+УДК 32.019.5.

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ВОЙНА 1812 ГОДА ГЛАЗАМИ ЕЁ УЧАСТНИКОВ

Н. А. Шаруненко

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики Институт Холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, Россия

Отечественная война 1812 года – это одна из Наполеоновских войн, которые велись с целью: «Установить политическое и экономическое господство Франции в Европе, утвердить колониальное и торговое превосходство Франции над Англией» [1].

Цели Франции

Восстановить статус Франции, как великой державы, ликвидировать монополию Великобритании на мировое господство.

Наполеон: «Я хотел дать власть Франции над всем светом» (2)

1807г.: «Что касается России, то она будет со мною... Этот союз... был бы самым для меня подходящим...» [3].

1812г.: «Я ничего от неё (России) не требую, лишь бы соблюдался Тильзитский трактат... Все мои дела с Англиею» [4].

Цели Англии, Австрии, Пруссии и России

Сохранить «статус-кво», остановить распространение революционных идей в Европе и в мире.

Свергнуть «тирана» Наполеона, ликвидировать республиканские институты, восстановить монархическую власть Бурбонов.

Александр I: «Наполеон или я, я или он, но вместе мы не можем царствовать. В Европе нет места для нас обоих. Рано или поздно один из нас должен уйти» [5].

Стратегия «скифской» войны

1. Российская армия была разьединена, уступала в численности и не имела полководца равного Наполеону.

2. Велика была опасность, что оборонительные бои на границе вызовут восстания не только поляков, но и российских крестьян в тылу.

Барклай-де-Толли: «С открытием военных действий на границах имели бы мы впереди внешних, а за собою внутренних врагов и ...поставили бы себя в положение затруднительнейшее». [4]

3. Громадная территория, неблагоприятный климат, бездорожье, бедность населения были идеальной ареной для «скифской» войны. Реализован был замысел, по которому армия уклоняется от крупных сражений, заманивает противника вглубь территории, максимально разоряя, уничтожая или вывозя все, что может быть им использовано: скот, фураж, продовольствие.

4. Обреченный на голод и массовые заболевания неприятель вынужден грабить нищее население, несёт большие потери и морально деградирует. Население сплачивается для защиты от пришельцев. Война становится народной, отечественной («скифской»)

Организация пожаров

П.А.Тучков:

«Приказано мне было сжечь... магазины, наполненные провиантом... Более чем на миллион рублей хлеба истреблено огнем в несколько часов». [4]

Г.В. Фабер: «Неприятель должен вернуться на родину только сквозь развалины и пепел. Дома и всё, что нельзя унести предаётся огню» [4]

Комб

«Если мы приходили в деревню или хутор, мы находили их в огне. Казаки покидали их, лишь поджегши, опустошив всё...» [5].

Ц. Ложье: «Нет ни одной деревни, которая не была бы разорена вконец. Невозможно найти в них хоть сколько-нибудь пищи для лошадей или съестных припасов для себя, ночью нечем поддерживать огонь». [6]

Идеологическое воздействие на население

1. Царь призвал граждан следовать героическому примеру предков: «Да встретит он в каждом дворянине Пожарского, в каждом духовном Палицына, в каждом гражданине Минина» [4]

2. Помещикам и православным священникам удалось внушить крестьянам, что французы – посланники Дьявола, а Наполеон – Антихрист.

Ф. П. Сегюр

«Крестьян уверили, что мы легионы дьявола под начальством Антихриста, духи ада, один вид которых вызывает ужас...». [6]

Д. В. Давыдов

Учил крестьян заманивать, усыплять и беспощадно истреблять французов: «Совершите то, что Бог повелел совершить с врагами христовой церкви... с чадами Антихриста. [7]

3. Российские власти сумели внушить населению, что разрушения и пожары, это – не плод реализации российского плана войны, а дело рук безбожных французов.

Пожар Москвы

Н. В. Пущин

«Сообщение о вступлении французов в Москву возбудило всеобщее негодование и ропот» [4].

Наполеон

«Какое страшное зрелище! Это они сами поджигают... Какая решимость! Какие люди! Это – скифы!» [2]

А. Ф. Ланжерон

«Наши солдаты... в отчаянии по поводу пожара Москвы, приписанного французам» [4].

фон Рейнгардт

«Это скверное событие, оно сулит много зла...это – признак большого озлобления наших противников, это - жертва, которую они приносят, чтобы погубить нас» [6].

Отношение к противнику

Гуманность французов

Де ла Флиз

«Император приказал образовать группы врачей и лекарей..., чтобы они лечили бы всех раненых без разбора». [6]

Ж. Д. Ларрей

Получили необходимую помощь «почти 10 000 раненых русских и французов, собранных в госпиталях Смоленска.... Русские лежали вперемешку с нашими и пользовались одинаковым с ними уходом» [6].

Роос

Наши офицеры направляли их (раненых русских) к нашему костру... Я перевязывал одного... пехотного офицера, у которого на голове было несколько ран.... После перевязки я направил этого офицера к русским лагерным огням; мы и вообще направляли туда всех этих отсталых». [6]

Ожесточённость русских

Г.В. Фабер

«Для взятого в плен живым нет пощады: он будет убит, он, быть может, будет сожжён. Ненависть русских жестока» [4].

Д. В. Давыдов

«Они (пленные французы) отправлены были в дальние губернии и, вероятно, погибли, сделавшись жертвою лихоимства приставов и равнодушия гражданских начальств» [7].

Аббат Сюрюг

«Покидая Москву, французы, рассчитывали на великодушие своих врагов, оставили больше двух тысяч раненных.... (Они) были все перебиты крестьянами» [6].

А. Ф. Ланжерон

«Наши солдаты убивали прикладами несчастных (французов), попадавших в их руки, называя их сожигателями Москвы» [4].

Итоги войны

1. Александр I «взял Париж» и низверг «тирана» Наполеона.
2. Россия продемонстрировала миру, что её никому не удастся завоевать.

3. Европа объединилась в «Священный союз» и не позволила России утвердиться на Балканах. России была отведена роль жандарма.
4. Окрепло и продержалось ещё целый век российское самодержавие.
5. Русские дворяне получили полувековую отсрочку отмены крепостного права.
6. Русская армия вместо отмены шпицрутенов получила военные поселения.
7. Невостребованные страной и недовольны властью умы стали организовываться в «тайные общества».
8. Население обеих стран понесло громадные человеческие и материальные потери.

П. Кау: Наполеоновская армия состояла из 400 тысячной армии вторжения, из них 155 тысяч французов и 200 тысячного резерва при наступлении она потеряла только от болезней и дезертирства 145 тысяч. Остальные погибли при отступлении преимущественно от голода, болезней и истощения. Выжило лишь 18 тысяч человек [8].

Глинка Ф.М.: «Убыло в Смоленской губернии от войны, мора и голода людей мужского пола 100 тысяч человек... Повсюду пепел и разрушения... Город весь сквозной, без кровель, без окон, без дверей... В деревнях ничего не слышать, кроме стонов и жалоб... Для разоренных нужна помощь. Но откуда её ждать?!» [9].

Список литературы:

1. Военно-энциклопедический словарь / Пред. гл. ред. комиссии Н.В.Огарков М.: Воениздат, 1984. 863с.
2. Тарле Е.В. Наполеон. М.: Изд. Ак. Наук СССР, 1957 – 468
3. Манфред А.З. Наполеон Бонапарт. М.: Мысль, 1972. – 724 с.
4. Отечественная война 1812г. Сборник документов и материалов. / Под ред. акад. Е. В. Тарле Л., М.: Изд. Академии наук СССР, 1941. 200 с.
5. Российские князья, цари, императоры. Выпуск 22. Александр I. М.: Ашет Коллекция, 2013. 48 с.
6. Россия первой половины XIX века глазами иностранцев / Сост. Ю.А.Лимонов. Л.: Лениздат, 1991. 719 с.
7. Давыдов Д.В. Дневник партизанских действий 1812г. Л.: Лениздат, 1985. 271 с.
8. Кау П. Наполеон: от Революции к Империи. М.: Издательство Ниола-Пресс, ООО Издательство дом «Вече», 2009. 128 с.
9. Глинка Ф.М. Письма русского офицера. М.: Воениздат, 1987. 383с.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Агаханянц П. Ф., 668
Айрапетян А. В., 525
Алексашкина Е. И., 697
Алексеев Г. В., 302, 324, 330, 338
Алексеев И. С., 92
Алексеев С. Г., 300
Алёшичев С. Е., 575
Алимов З. Б., 481
Андреев А. Н., 528, 542, 563
Андропова С. В., 364
Антипов С. Т., 342
Арсеньева Т. П., 454, 603
Артюхов Д. Ю., 247
Асач А. В., 206, 209

Б

Багацкая М. И., 354
Базарнова Ю. Г., 357, 361, 373, 399
Байдалинова Л. С., 364
Баланов П. Е., 617
Балюбаш В. А., 575
Барабаш В. С., 204
Баракова Н. В., 577
Бараненко А. В., 21, 46
Бараненко Д. А., 367, 370
Баранов А. Ю., 159, 161, 163
Баранов И. А., 161
Барбин Н. М., 300
Барсуков Л. М., 247
Баулина М. А., 475
Бахарев В. В., 553
Башева Е. П., 302
Белов Н. А., 387
Белова А. А., 373
Белова А. В., 646
Белозеров Г. А., 72, 395
Белоусов В. К., 172
Беяева С. С., 314
Беякова С. Ю., 377
Благин Е. В., 156
Бобко А. Л., 381
Богатырев А. В., 64, 83
Богданова Е. В., 354
Божко П. М., 92
Борзенков П. В., 273
Борисова Е. В., 531
Бросалин С. Б., 600
Будьлин Д. Ю., 776
Букинга Б. В., 116
Булькран М. С., 413

Бурова Т. Е., 384

В

Валдайцева М. В., 760
Василёнок В. Л., 700, 703
Васильева А. С., 675
Веденева А. И., 24
Верболоз Е. И., 305
Вержук В. Г., 381
Волкова О. В., 102
Волкова Т. А., 387
Волкова Ю. Д., 703
Вольнов А. Ю., 92
Вороненко Б. А., 311, 314
Вуколов Г. А., 27
Выдрина А. С., 129

Г

Габитов И. А., 218
Гавлович Р. Ю., 169
Галимова Л. В., 24, 169
Гаранов С. А., 176
Гежина А. Н., 567
Геллер В. З., 253
Герасимов Д. В., 607
Головинская О. В., 534
Горбатов К. М., 176
Горбачев М. В., 29
Горбунова Е. А., 706
Горячий С. А., 762
Грановский А. С., 46
Грачева Е. А., 709
Григорьев А. Ю., 187
Гринфельд Н. И., 159
Грушко В. О., 253
Губасова Т. Н., 457
Гунькова П. И., 402
Гурбан П. А., 389
Гуреев А. П., 85

Д

Давлетшина Т. А., 491, 494, 510
Давыдов И. А., 392
Данилов М. М., 31
Данин В. Б., 308
Данин В. В., 85
Данина М. М., 537, 539
Делков А. В., 34

Демидов С. Ф., 311, 314
 Денисенко А. Ф., 336
 Джалилова Н. Н., 624, 627
 Дзино А. А., 36
 Дибирасулаев М. А., 395
 Дивульская Ю. В., 327
 Дмитриева Ю. В., 542
 Довгялло А. И., 156
 Докукин В. Н., 40
 Долбнина Н. В., 491, 506
 Долгих С. Д., 129
 Доронина М. Н., 736
 Дубровская Н. О., 581
 Дубровский А. А., 399

Е

Евдулов Д. В., 218
 Евдулов О. В., 212, 215, 220
 Евстигнеева Т. Н., 450, 600
 Евстратова Е. В., 692
 Екишина М. Н., 401
 Елистратова А. П., 672
 Елистратова И. А., 672
 Емельянов А. Л., 176, 178, 181, 184
 Емельянов А. М., 99
 Епинина О. М., 652
 Ергазина Р. Е., 298
 Ефимова С. В., 440
 Ефременкова А. К., 281, 285

Ж

Железный В. П., 257, 260, 266, 269, 273
 Жилинская Н. Т., 402

З

Забодалова Л. А., 409, 557
 Загородная Г. И., 491, 494, 510
 Загорулько А. Н., 321
 Зайцев А. С., 643
 Зайцев Ю. В., 129
 Закиричный В. С., 318
 Замарашкина В. Н., 161
 Зверев Д. В., 75
 Зимина О. В., 405
 Зипаев Д. В., 545
 Зырянова А. Е., 454

И

Иванова А. П., 29
 Иванова О. В., 409
 Ивановская Л. С., 472
 Иванченко О. Б., 525
 Иващенко Е. А., 443

Извекова А. Н., 588
 Извекова Н. Н., 588
 Ильин В. М., 135
 Исмаилов Т. А., 212, 215, 218, 220
 Ишевский А. Л., 17, 389, 392, 430

К

Кабанов А. В., 547
 Камилова З. А., 215
 Каплина Ю. Е., 757
 Караван С. В., 250
 Каримов А. А., 550
 Карус А., 466
 Кащенко Ю. С., 655
 Керымакын А., 46
 Ким Н. Д., 567
 Киптелея Л. В., 321
 Кирилкина А. Ю., 518
 Киселева Н. А., 553
 Киссер К. В., 43
 Киябаева А. А., 557
 Клищ К. Л., 161
 Клочкова А. В., 711
 Ключко Н. Ю., 364
 Кобыда Е. В., 305
 Коваленко Б. Б., 713
 Кожевникова Е. В., 184
 Кожура А. Г., 421
 Коидов Ш. М., 415
 Колеснева Н. В., 163
 Колодязная В. С., 413, 415, 516
 Коломенский М. А., 584
 Колотилин А. В., 779
 Кольмайер А. С., 561
 Кондратьева Я. И., 340
 Копыльцова С. Е., 649, 689
 Коржов Р. П., 417
 Корнев Д. П., 77
 Корнякова Д. Н., 528
 Коротков В. А., 49
 Корякина И. А., 367
 Костко А. Ф., 225
 Коченков Н. В., 194, 199
 Кочурин А. В., 132
 Кравцова Е. В., 324
 Кравченко Д. А., 658
 Кравченко С. Н., 421
 Крайнев А. А., 51, 53
 Красильников В. Н., 9
 Красникова Л. В., 377, 402, 424
 Краснова А. А., 443
 Круглов А. А., 88, 92
 Крупененков Н. Ф., 57
 Кублицкий С. Е., 161
 Кудрявцева И. В., 227, 231, 235
 Кузнецова Е. А., 446

Кузнецова Л. И., 581, 597
 Кузнецова Л. М., 557
 Кузьмик У. Г., 427
 Кулик М. В., 148
 Курганова Е. В., 430
 Куцакова В. Е., 434, 437, 440, 443

Л

Лаженцева Л. Ю., 405, 506, 521
 Лазарев В. Л., 327
 Лакисова Т. Ю., 569
 Лаптев Ю. А., 281, 285, 289, 293
 Ласкина Л. Ю., 719, 747
 Лемехова А. А., 472
 Леонов А. В., 620
 Липовой Д. В., 469
 Лисничук Н. В., 243
 Лозовский Т. Л., 257, 263, 269, 273
 Лопаткина Т. А., 184
 Лузгина Е. В., 600
 Лукьянов Н. Н., 263
 Лунин В. И., 563
 Лунин М. В., 446
 Львов А. А., 781

М

Макаров Б. А., 395
 Макаrenchенко М. А., 716
 Маковская А. И., 110, 113
 Малахов А.Н., 783
 Малинина О. С., 36
 Малунов В. А., 129
 Мальшев А. А., 61, 64, 67, 70
 Мальшева Т. А., 159, 163
 Мамченко В. О., 67
 Маркелова В. В., 424
 Марков В. А., 247
 Марченко А. С., 178
 Масалова В. В., 567
 Маслак В. А., 247
 Матвеева Н. А., 569, 572
 Матковская М. В., 364
 Мачуев Ю. И., 298
 Медведева О. Н., 145
 Медникова Н. М., 72
 Мезенова Н. Ю., 364
 Мезенова О. Я., 364
 Меледина Т. В., 531
 Мельник А. В., 260
 Мельникова Е. И., 354, 418, 478
 Мизин В. М., 67
 Минаева Л. В., 330
 Минаева Т. В., 333
 Миничева Ю. А., 719, 722
 Минко И. С., 725

Миспахов И. Ш., 212
 Митин Е. Е., 327
 Михайлов Ю. Е., 172
 Михалев А. В., 135
 Моотсе Х., 466
 Морозюк Л. И., 80
 Мурашев С. В., 381
 Мурашко В. П., 165

Н

Нагдалян А. А., 643
 Назарова В. В., 575
 Начетова М. А., 577
 Негреев Д. И., 700
 Негреева В. В., 728
 Недбайло А. Е., 516
 Некрасова С. О., 151
 Немировская В. В., 194
 Нечипоренко А. П., 462
 Никитина О. В., 513
 Никифорова Т. А., 457
 Николаев Б. Л., 336, 338, 340
 Николаев Л. К., 336, 338, 340
 Николаева И. В., 694
 Никулин А. Г., 263
 Никулина А. С., 266
 Новикова И. Б., 716
 Новоселов А. Г., 630
 Новотельнова А. В., 206, 209
 Норкулова К. Т., 481, 484, 486
 Носков А. Н., 36, 75, 77

О

Ободов Д. А., 311
 Оботурова Н. П., 459, 567, 643
 Овсянников В. Ю., 342
 Овсянникова О. А., 437
 Оганнисян В. Г., 348
 Ольшевская О. В., 80
 Омелечко С. Е., 70
 Опалихин А. Ф., 88
 Орехова С. М., 462
 Орлова О. Ю., 550, 633
 Остапенко А. В., 119

П

Павлов А. А., 172
 Павлова С. В., 731
 Павловский А. М., 497
 Паляева Е. Ю., 733
 Панютин А. А., 138
 Парахина О. И., 581
 Пастухов А. С., 83, 85, 204, 308
 Паюмяги С., 466

Пересичный М. И., 469
 Петров Е. Т., 88, 92
 Петрова Д. Л., 630
 Петропавлова Г. П., 722, 751
 Петрунин Д. А., 344
 Пинчук О. А., 250
 Писпонен А., 466
 Пищальников А. В., 300
 Подгорная М. В., 141
 Пойкалайнен В., 466
 Полатайко С. В., 776
 Полторацкий М. И., 181
 Потанина А. В., 70
 Потапенко Е. В., 459
 Пронин В.А., 40
 Прохорчик И. П., 348
 Пытченко В. П., 72
 Пятаков Г. Л., 289

Р

Радионова И. Е., 584
 Рамазанова Д. К., 220
 Ратникова Л. А., 434
 Раханский А. Е., 138
 Редькин В. В., 148
 Риман М. Ю., 384
 Робабпур-Деракшан М., 126
 Рогов Б. А., 346
 Рожкова И. В., 418
 Ромоданова В. А., 516
 Ростовская М. Ф., 588
 Рубцов А. К., 190
 Рудниченко Е. С., 478
 Румянцев Ю. Д., 95, 99
 Рыжова С. Г., 395
 Рыков В. А., 231, 235, 239
 Рыков С. В., 227, 235, 239
 Рябова Т. В., 239

С

Салимов Г. И., 352
 Сармин Д. В., 151
 Сафаров Ж. Э., 484, 489
 Свидло К. В., 469
 Селина Е. Г., 231
 Семенюк Ю. В., 263
 Семенюта А. А., 591
 Сергачева Е. С., 594
 Сергеева И. Г., 709, 736
 Сергиенко О. И., 646, 652, 655, 662, 672
 Сериков С. А., 53
 Серов А. В., 459
 Серова Е. Н., 72

Серяков А. В., 172
 Сеськин М. С., 361
 Силакова Л. В., 786
 Силантьева Л. А., 452, 472, 475, 561
 Синявский Ю. В., 330, 333
 Скворцова Н. Н., 624, 627
 Скоробогатов М. В., 739
 Скочихина Т. В., 668
 Скриплева Е. А., 603
 Скрипниченко Д. Ю., 765
 Скрыльникова Е. С., 478
 Смирнов А. С., 31
 Соболева Е. В., 594
 Солодова Е. А., 491
 Сорокин А. В., 572
 Станкова Н. С., 594
 Степанов К. И., 102
 Стешина Ю. Г., 105
 Стрелюхина А. Н., 344
 Стрыгин М. А., 678, 680
 Стуруа Г. Д., 437
 Суедов В. П., 51
 Султанова Ш. А., 486
 Сурмач Э. М., 597
 Суслов А. Э., 110, 113
 Суханова Д. А., 545
 Сучкова Е. П., 607, 609, 611
 Сычёв С. И., 348

Т

Танашкина Т. В., 591
 Татаренко Ю. В., 49
 Ташина Е. В., 364
 Тимофеевский А. Л., 116
 Тимохина О. А., 537
 Тимшина И. А., 614
 Тирская В.С., 617
 Тихонова Н.В., 34
 Тишин В. Б., 614, 620
 Тищенко Н. В., 683, 686
 Ткачев Н. Р., 609
 Томилов С. Б., 686
 Тютрюмова Е. А., 689

У

Уварова Н. А., 513
 Угланов Д. А., 151, 156
 Уланова А. С., 534
 Ульянов Н. Б., 683, 692, 694
 Умаров В. Ф., 352
 Усик Н. И., 741
 Уткина Е. Ю., 767
 Уханов А. В., 247
 Ушаков П. В., 129

Ф

Фатыхов Ю. А., 113
 Фёдоров А. В., 624
 Филатов А. С., 123
 Фролов В. О., 145
 Фролов С. В., 440

Х

Хабаров К. О., 744
 Хазамова М. А., 212, 215, 220
 Харитонов В. Д., 418
 Хвостовская Д. М., 539
 Хлыбов Н. А., 370
 Хмельнюк М. Г., 119, 277
 Ховалыг Д. М., 21
 Ходенков А. А., 34
 Хомидов Ф. Б., 450
 Христенко А. Г., 641
 Худошина А. В., 572

Ц

Цапкова А. Б., 151, 156
 Цветков О. Б., 281, 285, 289, 293
 Цой А. П., 43, 46, 298
 Цой Д. В., 402

Ч

Чеботарь А. В., 630
 Черников Е. М., 361
 Чернова М. А., 491, 500
 Чичина Т. В., 434

Ш

Шаблаев М. В., 107
 Шаймарданова П. А., 747, 751
 Шамеко С. Л., 61
 Шапиро Н. А., 770
 Шапиро О. А., 754
 Шаропова М. А., 633
 Шаруненко Н. А., 789

Швидкая З. П., 503
 Шевченко А. Ф., 545
 Шеремето Ю. А., 107
 Шершенков Б. С., 611
 Шестова Т. Д., 269
 Шестопалова И. А., 518
 Шилец А. А., 187
 Шимчук Н. А., 253, 257, 273
 Ширяев Ю. Н., 289
 Шкотова Т. В., 434, 440
 Шлейкин А. Г., 636
 Шульгин Ю. П., 521
 Шульгина Л. В., 500, 506, 510
 Шурчкова Ю. А., 516

Щ

Щеколдина Т. В., 641

Э

Эглит А. Я., 43, 46, 105, 107, 123

Ю

Юсуфов Ш. А., 222
 Ющенко Н. М., 427

Я

Яковлев А. В., 773
 Яковлева А. В., 773
 Яковлева О. Ю., 119
 Яковченко Н. В., 452
 Ясинский С. П., 277

В

Belova A., 665

С

Coulomb D., 3

S

Smutka L., 665

СОДЕРЖАНИЕ**ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ****Didier Coulomb**

THE REFRIGERANT'S FUTURE:
THE PHASE DOWN OF HFCs AND ITS CONSEQUENCES.....3

Красильников В.Н.

ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ
ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....9

Ишевский А.Л.

СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ И РИСКИ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА
В УСЛОВИЯХ ЗАКОНА УБЫВАЮЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.....17

**НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ТЕХНИКА
И СИСТЕМЫ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ****Ховалыг Д. М., Бараненко А. В.**

РЕВЕРСИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ ПОТОКА ПРИ КИПЕНИИ ХЛАДАГЕНТОВ
В МАЛЫХ КАНАЛАХ.....21

Галимова Л.В., Веденеева А.И.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ К ДЕЙСТВУЮЩЕЙ АБСОРБЦИОННОЙ
ВОДОАММИАЧНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ.....24

Вуколов Г.А.

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА
ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В АБСОРБЦИОННЫХ
БРОМИСТОЛИТИЕВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ТЕПЛОТЫ.....27

Горбачев М.В., Иванова А.П.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗОМКНУТОГО ЦИКЛА
ВОЗДУШНО-ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ.....29

Данилов М.М., Смирнов А.С.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОЙ СМЕСИ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПОЛУЧЕНИЯ ТВЕРДОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ТУРБОДЕТАНДЕРЕ.....31

Ходенков А.А., Делков А.В., Тихонова Н.В.

РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В
КОНДЕНСАТОРЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ.....34

Дзино А.А., Носков А.Н., Малинина О.С.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ВЫБРОСОВ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ
АГРЕГАТОВ ДЛЯ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.....36

Докукин В.Н., Пронин В.А. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.....	40
Цой А.П., Эглит А.Я., Киссер К.В. ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ОТКРЫТЫХ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ СЕЗОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	43
Цой А.П., Грановский А.С., Керымакын А., Бараненко А.В., Эглит А.Я. МОДЕЛИРОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА РАСЧЕТА ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В НЕБЕСНУЮ СФЕРУ.....	46
Коротков В.А., Татаренко Ю.В. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛЬНОЙ СТУПЕНИ ХЦК.....	49
Крайнев А.А., Сuedов В.П. АНАЛИЗ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ И ПЕРЕВОЗКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	51
Крайнев А.А., Сериков С.А. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОЛОДА В СОСТАВЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.....	53
Крупененков Н.Ф. К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ОПАСНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ НАЛЕДЕЙ НА КРЫШАХ ЗДАНИЙ С ЧЕРДАЧНЫМИ ПРОСТРАНСТВАМИ И СОСУЛЕК НА КОЗЫРЬКАХ КРЫШ.....	57
Малышев А.А., Шамеко С.Л. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ.....	61
Малышев А.А., Богатырев А.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗОВЫХ И ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ КАСКАДНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ ТЕРМОКАМЕР.....	64
Малышев А.А., Мамченко В.О., Мизин В.М. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИСПАРИТЕЛЕЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.....	67
Малышев А.А., Омелечко С.Е., Потанина А.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КИПЯЩИХ ХЛАДАГЕНТОВ В МИКРОКАНАЛАХ.....	70
Белозеров Г.А., Медникова Н.М., Пытченко В.П., Серова Е.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	72
Носков А.Н., Зверев Д.В. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ В ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИНАХ С ВИНТОВЫМ КОМПРЕССОРОМ.....	75
Носков А.Н., Корнев Д.П. СИЛЫ И МОМЕНТЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА РОТОРЫ ХОЛОДИЛЬНОГО ВИНТОВОГО КОМПРЕССОРА.....	77

Морозюк Л.И., Ольшевская О.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В МАЛОМ МИКРОКАНАЛЬНОМ ВОЗДУШНОМ КОНДЕНСАТОРЕ.....	80
Богатырев А.В., Пастухов А.С. ПРИМЕНЕНИЕ КАСКАДНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КАМЕР.....	83
Данин В.В., Гуреев А.П., Пастухов А.С. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ В КЛИМАТИЧЕСКИХ КАМЕРАХ.....	85
Опалихин А.Ф., Петров Е.Т., Круглов А.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КАМЕР ФРУКТООВОЩЕХРАНИЛИЩ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ.....	88
Петров Е.Т., Круглов А.А., Божко П.М., Алексеев И.С., Вольнов А.Ю. О МЕТОДАХ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ СЖИЖЕНИЯ СМЕСЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	92
Румянцев Ю.Д. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.....	95
Румянцев Ю.Д., Емельянов А.М. ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПАУНДНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.....	99
Степанов К.И., Волкова О.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗВИТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕПЛООБМЕНА В АБСОРБИЦИОННЫХ БРОМИСТОЛИТИЕВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ТЕПЛОТЫ (АБПТ).....	102
Эглит А.Я., Стешина Ю.Г. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕПЛОПРИТОКОВ В КУЗОВ ХОЛОДИЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ.....	105
Эглит А.Я., Шаблаев М.В., Шеремето Ю.А. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕПЛОПРИТОКА ОТ ПРОДУКТА В ОВОЩЕХРАНИЛИЩАХ.....	107
Маковская А.И., Суслов А.Э. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ.....	110
Суслов А.Э., Маковская А.И., Фатыхов Ю.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	113
Тимофеевский А.Л., Букинга Б.В. ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ЭЖЕКЦИОННЫХ ГРАДИРЕН ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ, ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	116
Хмельнюк М.Г., Остапенко А.В., Яковлева О.Ю. ПИНЧ-АНАЛИЗ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ КОМПЛЕКСА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОНДЕНСАЦИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА.....	119

Эглит А. Я., Филатов А. С. АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ ПО ДЛИНЕ ВОЗДУШНОГО МОРОЗИЛЬНОГО АППАРАТА.....	123
КРИОГЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ	
Робабпур-Деракшан М. ПОЛУЧЕНИЕ ЖИДКОГО ЛЬДА В ПРЯМОМ МЕТОДЕ (В ВАКУУМНОМ ИСПАРИТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ) С ДИАПАЗОНОМ ТЕМПЕРАТУРЫ 0 °С до -55 °С.....	126
Выдрина А.С., Зайцев Ю.В., Малунов В.А., Долгих С.Д., Ушаков П.В. СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЙ СПИРАЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ.....	129
Кочурин А.В. СОЗДАНИЕ ДМКС АДАПТИРУЮЩЕЙСЯ К ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	132
Михалев А.В., Ильин В.М. ВЫБОР СХЕМЫ СЖАТИЯ И ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ДЛЯ ПОЛЕВОГО АВТОНОМНОГО ВОЗДУШНОГО ЗАПРАВЩИКА.....	135
Панютнич А.А., Раханский А.Е. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ХОЛОДИЛЬНОЙ ВОДООХЛАЖДАЮЩЕЙ МАШИНЕ.....	138
Подгорная М.В. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ КРИОГЕННЫХ ЕМКОСТЕЙ.....	141
Медведева О.Н., Фролов В.О. КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ КРИОГЕННОЙ ЦИСТЕРНЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА.....	145
Редькин В.В., Кулик М.В. ВЫБОР ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ МНОГОРЕЖИМНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО И ГАЗОФИЦИРОВАННОГО АЗОТА НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ ПО КРИТЕРИЯМ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ.....	148
Некрасова С.О., Сармин Д.В., Угланов Д.А., Цапкова А.Б. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЛЛОНА С КРИОГЕННОЙ ЗАПРАВКОЙ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	151
Благин Е. В., Довгялло А.И, Угланов Д.А., Цапкова А.Б. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОМ КОМПРЕССОРЕ.....	156
Баранов А.Ю., Малышева Т.А., Гринфельд Н.И. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА РАБОТЫ КРИОТЕРАПЕВТИЧЕ- СКОГО КОМПЛЕКСА С КОМПРЕССИОННОЙ СИСТЕМОЙ КРИОСТАТИРОВАНИЯ.....	159
Баранов А.Ю., Замарашкина В.Н., Баранов И.А., Клищ К.Л, Кублицкий С.Е. СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОЙ ПОДАЧИ КРИОАГЕНТА В СИСТЕМУ ОХЛАЖДЕНИЯ КРИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	161

Баранов А.Ю., Малышева Т.А., Колеснева Н.В. ЧИСЛЕННАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТОВ ОБЩЕГО КРИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	163
--	-----

СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

Мурашко В.П. «ЗЕЛЕННЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ.....	165
Гавлович Р.Ю., Галимова Л.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСТАНОВКИ ИСКУССТВЕННОГО ВЯЛЕНИЯ РЫБЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА.....	169
Серяков А.В., Павлов А.А., Михайлов Ю.Е., Белоусов В.К. ВИХРЕВЫЕ ПУЛЬСАЦИОННЫЕ ТЕЧЕНИЯ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБАХ.....	172
Емельянов А.Л., Гаранов С.А., Горбатов К.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ТРАНСПОРТНЫХ СКВ.....	176
Емельянов А.Л., Марченко А.С. СУДОВАЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА.....	178
Емельянов А.Л., Полторацкий М.И. ВЕНТИЛЯТОРНАЯ ГРАДИРНЯ С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ.....	181
Емельянов А.Л., Кожевникова Е.В., Лопаткина Т.А. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРОИЗВОДСТВО В РОССИИ.....	184
Григорьев А.Ю., Шилец А.А. КРАТКОСРОЧНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛОВЫХ ЗАВЕС.....	187
Рубцов А.К. ДИНАМИЧЕСКОЕ ИЗМЕНЕНИЕ РАСХОДОВ ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА ПО КОНЦЕНТРАЦИИ CO ₂	190
Коченков Н.В., Немировская В.В. ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ С РАЗНОХАРАКТЕРНЫМИ НАГРУЗКАМИ.....	194
Коченков Н.В. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОНФИГУРАЦИИ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА, ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ ПОМЕЩЕНИЯ С РАЗНОХАРАКТЕРНЫМИ НАГРУЗКАМИ.....	199
Барабаш В.С., Пастухов А.С. ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ЭНЕРГОАУДИТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИИ.....	204

ТЕОРИТИЧЕСКИЕ ОСНВЫ ТЕПЛО- И ХЛАДОТЕХНИКИ

Асач А.В., Новотельнова А.В. ЛАБОРАТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	206
Асач А.В., Новотельнова А.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУРАХ В COMSOL MULTIPHYSICS 4.2.....	209
Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Хазамова М.А., Миспахов И.Ш. ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СУБСТАНЦИЙ, ИМЕЮЩИХ РАЗЛИЧНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ХРАНЕНИЯ.....	212
Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Хазамова М.А., Камилова З.А. КОНСТРУКЦИЯ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НЕОНАТОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	215
Исмаилов Т.А., Евдулов Д.В., Габитов И.А. ОСОБЕННОСТИ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАВЯЩИХСЯ ТЕПЛОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ И СИСТЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ТЕПЛОСЪЕМА.....	218
Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Хазамова М.А., Рамазанова Д.К. РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА РЕКУПЕРАТИВНОГО ТИПА С ТЕПЛОВЫМИ МОСТИКАМИ.....	220
Юсуфов Ш.А. СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ.....	222
Костко А.Ф. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ РАССЕЯНИЯ СВЕТА ДЛЯ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ В СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ.....	225
Кудрявцева И.В., Рыков С.В. МАСШТАБНОЕ УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ В ФИЗИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ И ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ МИГДАЛА.....	227
Кудрявцева И.В., Рыков В.А., Селина Е.Г. МЕТОД ОПИСАНИЯ ЛИНИИ ФАЗОВОГО РАВНОВЕСИЯ, УЧИТЫВАЮЩИЙ ОСОБЕННОСТИ КРИТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ.....	231
Рыков С.В., Кудрявцева И.В., Рыков А.В. РАСЧЕТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ТАБЛИЦ НА ОСНОВЕ УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ СКЕЙЛИНГОВОГО ВИДА.....	235
Рыков С.В., Рыков А.В., Рябова Т.В. УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ХЛАДОНА R1234yf, ОТВЕЧАЮЩЕЕ ТРЕБОВАНИЯМ МАСШТАБНОЙ ТЕОРИИ.....	239

Лисничук Н.В. ЗАМОРАЖИВАНИЕ ПЛЫВУНОВ ПРИ СООРУЖЕНИИ СБОЙКИ МЕЖДУ ТОННЕЛЕМ И ШУРФОМ.....	243
Маслак В.А., Марков В.А., Барсуков Л.М., Артюхов Д.Ю., Уханов А.В. КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА.....	247
Пинчук О.А., Караван С.В. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ДИАГРАММЫ ВОДНОГО РАСТВОРА БРОМИСТОГО ЛИТИЯ.....	250
Геллер В.З., Грушко В.О., Шимчук Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ СМЕСЕЙ ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА С НАНОЧАСТИЦАМИ ОКИСИ АЛЮМИНИЯ.....	253
Лозовский Т.Л., Шимчук Н.А., Железный В.П. УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РАДИУСА НАНОЧАСТИЦ.....	257
Мельник А.В., Железный В.П. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ РАСТВОРА ИЗОБУТАН – КОМПРЕССОРНОЕ МАСЛО В ТРУБЕ.....	260
Никулин А.Г., Семенюк Ю.В., Лукьянов Н.Н., Лозовский Т.Л. ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ Al_2O_3 НА ОТРЫВНОЙ ДИАМЕТР ПУЗЫРЬКА ПРИ КИПЕНИИ ИЗОПРОПАНОЛА В СВОБОДНОМ ОБЪЕМЕ.....	263
Железный В.П., Никулина А.С. ПРЕЗЕНТАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАЛОИЗУЧЕННЫХ ХЛАДАГЕНТОВ И РАСТВОРОВ ХЛАДАГЕНТ/МАСЛО.....	266
Шестова Т.Д., Лозовский Т.Л., Железный В.П. НОВАЯ МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ И ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ МАЛОИЗУЧЕННЫХ ХЛАДАГЕНТОВ.....	269
Шимчук Н.А., Борзенков П.В., Лозовский Т.Л., Железный В.П. ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ Al_2O_3 НА ТЕМПЕРАТУРУ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА.....	273
Хмельнюк М.Г., Ясинский С.П. РАЗРАБОТКА НОВЫХ СМЕСЕВЫХ ХЛАДАГЕНТОВ НА БАЗЕ АММИАКА.....	277
Цветков О.Б., Лаптев Ю.А., Ефременкова А.К. О ВОЗМОЖНОСТИ ОПИСАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ.....	281
Цветков О.Б., Лаптев Ю.А., Ефременкова А.К. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ЖИДКИХ СМЕСЕЙ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ.....	285

Цветков О.Б., Лаптев Ю.А., Ширяев Ю.Н., Пятаков Г.Л. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ РАЗРЕЖЕННОГО ГАЗА ДЛЯ ГФУ–ХЛАДАГЕНТОВ С БЛИЗКИМИ МОЛЕКУЛЯРНЫМИ МАССАМИ И ЭФФЕКТИВНЫМИ ДИАМЕТРАМИ.....	289
Цветков О.Б., Лаптев Ю.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГАЗООБРАЗНЫХ БЕЗХЛОРИННЫХ ХЛАДАГЕНТОВ МЕТОДОМ КОАКСИАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ.....	293
Цой А.П., Ергазина Р.Е., Мачуев Ю.И. СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ.....	298

ТЕХНИКА И ПРОЦЕССЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Алексеев С.Г., Барбин Н.М., Пищальников А.В. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ ВОДОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	300
Башева Е.П., Алексеев Г.В. ВОЗМОЖНОСТИ САМООЧИЩЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНОЙ КАМЕРЫ.....	302
Верболоз Е.И., Кобыда Е.В. ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	305
Пастухов А.С., Данин В.Б. ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ ОХЛАЖДЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ СПИРАЛЬНОГО КОНВЕЙЕРА КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ.....	308
Вороненко Б.А., Демидов С.Ф., Ободов Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ.....	311
Демидов С.Ф., Вороненко Б.А., Беляева С.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ПШЕНИЧНЫХ ЗАРОДЫШЕЙ ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ СУШКИ.....	314
Закиричный В. С. СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ НЕЙРОНА И НЕЙРОРЕГУЛЯТОРА, ПРИГОДНАЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ.....	318
Киптелая Л.В., Загоруйко А.Н. ВЛИЯНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ РЕФЛЕКТОРА В ИК-СУШИЛКЕ НА ПРОЦЕСС СУШКИ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ.....	321
Алексеев Г.В., Кравцова Е.В. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ	324
Дивульская Ю. В., Лазарев В. Л., Митин Е. Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ТЕСТА ДЛЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ЦЕЛЬЮ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ.....	327

Минаева Л.В., Алексеев Г.В., Сиявский Ю.В. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИНАМИЧЕСКОЙ ЭКСТРУЗИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ.....	330
Минаева Т.В., Алексеев Г.В., Сиявский Ю.В. РАЗРАБОТКА АППАРАТА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ И ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ.....	333
Николаев Б.Л., Денисенко А.Ф., Николаев Л.К. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМЕСИ МОРОЖЕНОГО «МОЛОЧНО-ШОКОЛАДНОЕ».....	336
Николаев Л.К., Николаев Б.Л. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМЕСИ МОРОЖЕНОГО «ПЛОМБИР КОФЕЙНЫЙ».....	338
Николаев Л.К., Николаев Б.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧИСЛА НОЖЕЙ И ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ НОЖЕВОГО ВАЛА НА РАСХОДУЕМУЮ ЭНЕРГИЮ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ КУЛИНАРНЫХ ЖИРОВ.....	340
Антипов С.Т., Овсянников В.Ю., Кондратьева Я.И. КРИСТАЛЛИЗАТОР – ВЫМОРАЖИВАТЕЛЬ ПИЩЕВЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД.....	342
Стрелюхина А.Н., Петрунин Д.А. ПРОБЛЕМЫ СТАБИЛЬНОСТИ ДОЗИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ОБЪЕМНЫМИ ДОЗАТОРАМИ.....	344
Рогов Б.А. К ВОПРОСУ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ЖИРОВОЙ ПРОДУКЦИИ В КРИСТАЛЛИЗАТОРАХ – ОХЛАДИТЕЛЯХ.....	346
Оганнисян В.Г., Прохорчик И.П., Сычѳев С.И. ВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МИНИ-ПИВОВАРЕН.....	348
Умаров В.Ф., Салимов Г.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ И ХРАНЕНИЯ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИЙ.....	352

ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Мельникова Е.И., Богданова Е.В., Багацкая М.И. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ БЕЛКОВОГО КОМПЛЕКСА ЛЮПИНА.....	354
Базарнова Ю.Г. ИЗВЛЕЧЕНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПОМОЩЬЮ ЭКСТРАКЦИИ.....	357
Базарнова Ю.Г., Черников Е.М., Сеськин М.С. ВЛИЯНИЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА ПТИЦЫ.....	361

Мезенова О.Я., Ключко Н.Ю., Байдалинова Л.С., Ташина Е.В., Андропова С.В., Матковская М.В., Мезенова Н.Ю. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И БАД	364
Бараненко Д.А., Корякина И.А. ТРЕБОВАНИЯ К ПИЩЕВЫМ РАЦИОНАМ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ.....	367
Бараненко Д.А., Хлыбов Н.А. ИНГРЕДИЕНТЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	370
Белова А.А., Базарнова Ю.Г. АНАЛИЗ СОСТАВА БИОФЛАВОНОИДОВ ДИКОРАСТУЩИХ ПРЯНЫХ ТРАВ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ.....	373
Белякова С.Ю., Красникова Л.В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.....	377
Бобко А.Л., Мурашев С.В., Вержук В.Г. ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ В ДРЕВЕСНОЙ ТКАНИ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД НА ХОЛОДИЛЬНОЕ ХРАНЕНИЕ СОБРАННОГО УРОЖАЯ.....	381
Бурова Т.Е., Риман М.Ю. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ В ТЕХНОЛОГИИ МАРИНОВАНИЯ.....	384
Волкова Т.А., Белов Н.А. К ВОПРОСУ О НАНОФИЛЬТРАЦИИ ПОДСЫРНОЙ СЫВОРОТКИ.....	387
Гурбан П.А., Ишевский А.Л. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МЯСНОГО ХЛЕБА С ДОБАВКОЙ ЭМУЛЬСИИ ИЗ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА.....	389
Давыдов И.А., Ишевский А.Л. ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФАРШЕЙ ИЗ МЯСА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБВАЛКИ.....	392
Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Рыжова С.Г., Макаров Б.А. РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА И КИНЕТИКИ РОСТА МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДЕНИЯ МЯСОПРОДУКТОВ ПОСЛЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ.....	395
Дубровский А.А., Базарнова Ю.Г. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИТОНЦИДОВ В ТЕХНОЛОГИИ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	399
Екишина М. Н. К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЕДРОВОГО ШРОТА.....	401

Красникова Л.В., Жилинская Н.Т., Гунькова П.И., Цой Д.В. ОСОБЕННОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА.....	402
Зими́на О.В., Лаженцева Л.Ю. НОВЫЙ БЕЛКОВО-ЛИПИДНЫЙ ПРОДУКТ НА ОСНОВЕ ГИДРОЛИЗАТА ИЗ СПИЗУЛЫ САХАЛИНСКОЙ.....	405
Забодалова Л.А., Иванова О.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ ГЛЮКОНО-ДЕЛЬТА-ЛАКТОН И БЕЛКОВОГО ПРЕПАРАТА NUTRILAC® QU-7627 ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТВОРОГА.....	409
Колодязная В.С., Булькран М.С. ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ КЛЕМЕНТИНОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В АЛЖИРЕ.....	413
Колодязная В.С., Коидов Ш.М. ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ СТОЛОВЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА ПРИ ХОЛОДИЛЬНОМ ХРАНЕНИИ.....	415
Коржов Р.П., Рожкова И.В., Харитонов В.Д., Мельникова Е.И. ВЫБОР ЗАКВАСОЧНЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА СО СНИЖЕННОЙ АЛЛЕРГЕННОСТЬЮ.....	418
Кожура А.Г., Кравченко С.Н. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЫСТРОРАСТВОРИМЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ.....	421
Красникова Л. В., Маркелова В. В. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ШТАММОВ АЦИДОФИЛЬНОЙ ПАЛОЧКИ ПРИ ФЕРМЕНТАЦИИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ.....	424
Кузьмик У.Г., Ющенко Н.М. АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЗАКУСОЧНОЙ ТВОРОЖНОЙ ПАСТЫ С КОРНЕМ СЕЛЬДЕРЕЯ.....	427
Курганова Е.В., Ишевский А.Л. ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫПЕЧНОГО ХЛЕБА ИЗ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА.....	430
Куцакова В.Е., Шкотова Т.В., Чичина Т. В., Ратникова Л.А. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ МИКОТОКСИНОВ НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАННЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ.....	434
Куцакова В. Е., Овсянникова О.А., Стуруа Г.Д. ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗАТОВ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАС.....	437
Куцакова В.Е., Фролов С.В., Шкотова Т.В., Ефимова С.В. КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ВЫПЕЧКЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	440

Куцакова В.Е., Краснова А.А., Иващенко Е.А. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИИ ИЗ ГИДРОЛИЗОВАННОГО И ДЕНАТУРИРОВАННОГО КОЛЛАГЕНА.....	443
Кузнецова Е.А., Лунин М.В. ПРИНЦИП КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОЛОКА ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ЕГО ВЯЗКОСТИ.....	446
Хомидов Ф.Б., Евстигнеева Т.Н. ОТРАБОТКА СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ МУКИ АМАРАНТА В МОЛОЧНУЮ СМЕСЬ.....	450
Яковченко Н.В., Силантьева Л.А. ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АПЕЛЬСИНОВЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЯГКОГО СЫРА.....	452
Зырянова А.Е., Арсеньева Т.П. ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА МОРОЖЕНОГО БЕЗ САХАРА.....	454
Никифорова Т.А., Губасова Т.Н. ПРОДУКТЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ И ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ИХ ПРОИЗВОДСТВА.....	457
Оботурова Н.П., Потапенко Е.В., Серов А.В. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОБОГЩЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ УЛЬТРОМИКРОЭЛЕМЕНТОМ СЕЛЕНОМ ПУТЕМ АДАПТАЦИИ КОРМОВОГО РАЦИОНА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ.....	459
Орехова С.М., Нечипоренко А.П. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ОБРАБОТКИ НА ОПТИЧЕСКИЙ СПЕКТР МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ И МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА СВИНИНЫ.....	462
Писпонтен А., Паюмяги С., Моотсе Х., Карус А., Пойкалайнен В. ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ ЛАКТОЗЫ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО СВЕТОРАССЕЯНИЯ	466
Свидло К.В., Пересичный М.И., Липовой Д.В. ТЕХНОЛОГИЯ СЛАДКИХ ВЗБИВНЫХ БЛЮД ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	469
Силантьева Л.А., Лемехова А.А., Ивановская Л.С. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С ПРОРОСТКАМИ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР.....	472
Баулина М.А., Силантьева Л.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИРОПА ИЗ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРАВ КАК РЕЦЕПТУРНОГО КОМПОНЕНТА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ДЕСЕРТОВ.....	475
Скрыльникова Е.С., Мельникова Е.И., Рудниченко Е.С. ИНГРЕДИЕНТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА С СИНБИОТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ.....	478

Норкулова К.Т., Алимов З.Б. ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ МИКРОГИДРОДИНАМИКИ К ПРОЦЕССАМ ВАКУУМ-ВЫПАРКИ СОЛЕННЫХ ВОД.....	481
Норкулова К.Т., Сафаров Ж.Э. ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ СУШКИ ТЫКВЫ (<i>Cucurbita</i>).....	484
Норкулова К.Т., Султанова Ш.А. ПРИМЕНЕНИЕ ЙОДОБРОМНОГО КОНЦЕНТРАТА ДЛЯ УДОБРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ.....	486
Сафаров Ж.Э. СПОСОБ СУШКИ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА С ПОМОЩЬЮ ВИБРАЦИИ.....	489
Давлетшина Т.А., Долбнина Н.В., Солодова Е.А., Загородная Г.И., Чернова М.А. САЙРА ТИХООКЕАНСКАЯ МЕЛКАЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	491
Давлетшина Т.А., Загородная Г.И. РАЗМЕРНЫЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ НОВЫХ ВИДОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ.....	494
Павловский А.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАРОДЫШЕВЫХ ПШЕНИЧНЫХ ХЛОПЬЕВ В ОСЕТРОВОМ КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ.....	497
Чернова М.А., Шульгина Л.В. ПОЛУЧЕНИЕ КОНСЕРВОВ ИЗ ПЕЧЕНИ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ.....	500
Швидкая З. П. НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ – ГАРАНТИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА.....	503
Шульгина Л.В., Лаженцева Л.Ю., Долбнина Н.В. ВЛИЯНИЕ МАСЛЯНОГО ЭКТРАКТА ПРЯНОСТЕЙ НА ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТЬ СПОРОВЫХ БАКТЕРИЙ В КОНСЕРВАХ ИЗ МОРЕПРОДУКТОВ.....	506
Шульгина Л. В., Давлетшина Т.А., Загородная Г.И. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО МОРОЖЕНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ КРЕВЕТОК.....	510
Уварова Н.А., Никитина О.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНСЕРВАНТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ САЛАТОВ ИЗ МОРСКОЙ КАПУСТЫ.....	513
Шурчкова Ю.А., Ромоданова В.А., Недбайло А.Е. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕРМОВАКУУМНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА.....	516
Шестопалова И.А., Колодязная В.С., Кирилкина А.Ю. ПРИМЕНЕНИЕ ПАПАИНА ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ МЯСНОГО СЫРЬЯ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ.....	518

Шульгин Ю.П., Лаженцева Л.Ю. ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КОНСЕРВОВ ИЗ МОРЕПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАСЛЯНОГО ЭКСТРАКТА ПРЯНОСТЕЙ.....	521
---	-----

ПИЩЕВЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ

Айрапетян А.В., Иванченко О.Б. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СМУЗИ-ПРОДУКТА С ДОБАВКОЙ ШРОТА РАСТОРОПШИ.....	525
Андреев А.Н., Корнякова Д.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРБОМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ХЛЕБА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	528
Меледина Т. В., Борисова Е. В. ВЛИЯНИЕ МАЛЬТОЗЫ НА МЕТАБОЛИЗМ ДРОЖЖЕЙ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> В ПРОСТОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ БЕЗ АЭРАЦИИ.....	531
Головинская О.В., Уланова А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГРИБА <i>MEDUSOMYCES GISEVI</i>	534
Данина М.М., Тимохина О.А. ОВЁС В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА.....	537
Данина М.М., Хвостовская Д.М. АМАРАНТ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА.....	539
Андреев А.Н., Дмитриева Ю.В. ТЕХНОЛОГИЯ ОТЛОЖЕННОЙ ВЫПЕЧКИ «FREEZER TO OVEN».....	542
Зипаев Д.В., Суханова Д.А., Шевченко А.Ф. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА С ДОБАВЛЕНИЕМ БИОМАССЫ КЕФИРНЫХ ГРИБКОВ.....	545
Кабанов А.В. АМИЛОЛИТИЧЕСКИЕ ФЕРМЕНТЫ ГРИБА <i>ASPERGILLUS NIGER</i> – СТРОЕНИЕ, МЕТАБОЛИЗМ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ.....	547
Каримов А. А., Орлова О.Ю. О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОРОЩЕННЫХ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ	550
Бахарев В.В., Киселева Н.А. ИЗУЧЕНИЕ МИКРОФЛОРЫ ЯБЛОЧНОГО СУСЛА И ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЕЁ В ВИНОДЕЛИИ.....	553
Забодалова Л.А., Кузнецова Л.М., Киябаева А.А. ВЛИЯНИЕ БЕЛКОВОГО ПРЕПАРАТА ИЗ СЕМЯН ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	557

Кольмайер А.С., Силантьева Л.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН, ОБОГАЩЕННЫХ КАЛЬЦИЕМ И КЛЮКВОЙ, ПРИ РАЗРАБОТКЕ РЕЦЕПТУР КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	561
Андреев А.Н., Лунин В.И. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В НАПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ОТЛОЖЕННОЙ ВЫПЕЧКИ.....	563
Масалова В.В., Оботурова Н.П., Гежина А.Н., Ким Н.Д. БЕЗГЛУТЕНОВЫЕ ПРОДУКТЫ – КАК ОСНОВА ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ.....	567
Матвеева Н.А., Лакисова Т.Ю. ПРОИЗВОДСТВО КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СОКОВ МЕТОДОМ ВЫМОРАЖИВАНИЯ.....	569
Матвеева Н.А., Сорокин А.В., Худошина А.В. ПОЛУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ ЦИТРУСОВЫХ.....	572
Балюбаш В.А., Алёшичев С.Е., Назарова В.В. ЭКСПРЕССНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА СОДЕРЖАНИЯ КЛЕЙКОВИНЫ В ПШЕНИЧНОЙ МУКЕ.....	575
Начегова М.А., Баракова Н.В. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДНО-ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ЗАМЕСОВ ИЗ ЭКСТРУДИРОВАННОЙ ПШЕНИЦЫ.....	577
Кузнецова Л.И., Парахина О.И., Дубровская Н.О. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В ТЕХНОЛОГИИ БЕЗГЛУТЕНОВОГО ХЛЕБА.....	581
Радионова И.Е., Коломенский М.А. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	584
Ростовская М.Ф., Извекова А.Н., Извекова Н.Н. ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОЛОДORAЩЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ПШЕНИЧНОГО СОЛОДА.....	588
Семенюта А.А., Танашкина Т.В. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОМЛЕННОГО ГРЕЧИШНОГО СОЛОДА.....	591
Соболева Е.В., Сергачева Е.С., Станкова Н.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРЕХОВОЙ МУКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ.....	594
Сурмач Э.М., Кузнецова Л.И. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ КЕКСОВ НА ХИМИЧЕСКИХ РАЗРЫХЛИТЕЛЯХ.....	597
Бросалин С.Б., Евстигнеева Т.Н., Лузгина Е.В. ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ ПОДГОТОВКИ КОНЦЕНТРАТА МЯКОТИ АРБУЗА С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ ЕГО В КАЧЕСТВЕ АНТИОКСИДАНТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	600

Скриплева Е.А., Арсеньева Т.П. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЙОГУРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАМЕНИТЕЛЯ САХАРА «СТЕВИИ».....	603
Сучкова Е.П., Герасимов Д.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ВОДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ИХ КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	607
Ткачев Н.Р., Сучкова Е.П. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СТАБИЛИЗАТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОНСИСТЕНЦИИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ КОКТЕЙЛЕЙ.....	609
Шершенков Б.С., Сучкова Е.П. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ШТАММ PROPIONIBACTERIUM SHERMANII ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА СРЕДАХ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ.....	611
Тимшина И.А., Тишин В.Б. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ ИЗ ДУБОВОЙ СТРУЖКИ ЯБЛОЧНЫМИ СПИРТОВЫМИ ДИСТИЛЛЯТАМИ.....	614
Баланов П.Е., Тирская В.С. ВЛИЯНИЕ БРУСНИЧНОГО СОКА НА КИНЕТИКУ БРОЖЕНИЯ ЯБЛОЧНОГО СУСЛА.....	617
Тишин В.Б., Леонов А.В. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В БИОТЕХНОЛОГИИ.....	620
Джалилова Н.Н., Скворцова Н.Н., Фёдоров А.В. БИОЛОГИЧЕСКИЕ АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ВИНОГРАДНОГО МАСЛА.....	624
Джалилова Н.Н., Скворцова Н.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ В МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	627
Новоселов А.Г., Петрова Д.Л., Чеботарь А.В. ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАМАЧИВАНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО ЯЧМЕННОГО ЗЕРНА НА ВЯЗКОСТЬ ВОДНО-ЗЕРНОВОЙ СУСПЕНЗИИ.....	630
Шаропова М.А., Орлова О.Ю. РАЗРАБОТКА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОНЕНТОВ ГРАНАТОВОГО ДЕРЕВА.....	633
Шлейкин А.Г. ФЕРМЕНТАТИВНОЕ СВЯЗЫВАНИЕ МОЛОЧНЫХ БЕЛКОВ.....	636
Христенко А.Г., Щеколдина Т.В. ИННОВАЦИОННОЕ СЫРЬЕ БЕЗГЛУТЕНОВОГО ПИТАНИЯ.....	641

**ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

- Нагдалян А.А., Зайцев А.С., Оботурова Н.П.**
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА
В МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....643
- Сергиенко О.И., Белова А.В.**
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ
КАЧЕСТВА И ПИЩЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....646
- Копыльцова С.Е.**
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ СОКОВОЙ ОТРАСЛИ).....649
- Елинина О.М., Сергиенко О.И.**
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗООБРАЗНЫХ
ОТХОДОВ (ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА).....652
- Сергиенко О.И., Кащенко Ю.С.**
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА НУЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ
АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....655
- Кравченко Д.А.**
ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО
ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.....658
- Сергиенко О.И.**
ДОРОЖНАЯ КАРТА ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ В ПРОДУКТОВОЙ ЦЕПОЧКЕ
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ СЕКТОРЕ.....662
- Smutka L., Belova A.**
EUROPEAN UNION – BASIC DEVELOPMENT
TRENDS IN ORGANIC FARMING.....665
- Агаханянц П.Ф., Скочихина Т.В.**
ОБРАЩЕНИЕ СО СТРОИТЕЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ
НА ТЕРРИТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В РАМКАХ
ГЕНЕРАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА.....668
- Сергиенко О.И., Елистратова А.П., Елистратова И.А.**
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ
ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА С ПОЛУЧЕНИЕМ
УДОБРЕНИЙ И ЭНЕРГИИ.....672
- Васильева А.С.**
ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ НА ОСНОВЕ РАЗВИТИЯ КОРПОРАТИВНОЙ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ.....675

Стрыгин М.А. ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОЧИСТКЕ СВАЛОЧНОГО ФИЛЬТРАТА И СИЛЬНОЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД.....	678
Стрыгин М.А. УСТАНОВКИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ – СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ОБРАЩЕНИЮ С УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИМИ ОТХОДАМИ.....	680
Тищенко Н.В., Ульянов Н.Б. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ-ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЯХ.....	683
Томилов С.Б., Тищенко Н.В. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	686
Тютрюмова Е.А., Копыльцова С.Е. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	689
Ульянов Н.Б., Евстратова Е.В. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	692
Ульянов Н.Б., Николаева И.В. ПЛАЗМЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ВРЕДНЫХ ГАЗООБРАЗНЫХ ВЕЩЕСТВ.....	694

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ В ОТРАСЛИ

Алексашкина Е.И. ЦЕЛИ ВНУТРИФИРМЕННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ.....	697
Василёнок В.Л., Негреев Д.И. ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИГИСТИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА ПРИМЕРЕ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	700
Василёнок В.Л., Волкова Ю.Д. КОММЕРЧЕСКАЯ ТАЙНА КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	703
Горбунова Е.А. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ.....	706
Сергеева И.Г., Грачева Е.А. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ.....	709

Клочкова А.В. БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	711
Коваленко Б.Б. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДОБАВЛЕННАЯ СТОИМОСТЬ – КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ КОМПАНИЙ В ПОСТКРИЗИСНЫЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ.....	713
Макарченко М.А., Новикова И.Б. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА В СИСТЕМЕ ГЛОБАЛЬНОГО КУЛЬТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА.....	716
Ласкина Л.Ю., Миничева Ю.А. ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕГИОНА.....	719
Петропавлова Г.П., Миничева Ю.А. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ЗАО «БАЛТИЙСКИЙ БЕРЕГ».....	722
Минко И.С. ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	725
Негреева В.В. ВОПРОС О ФОРМИРОВАНИИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ	728
Павлова С.В. СТИМУЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РОССИИ.....	731
Паляева Е.Ю. ОБ УСЛОВИЯХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА.....	733
Сергеева И.Г., Доронина М.Н. МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	736
Скоробогатов М.В. ВОЗМОЖНОСТИ И ЗАДАЧИ МАЛОГО БИЗНЕСА В ОРГАНИЗАЦИИ ПОСТАВОК ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ ПРЕДПРИЯТИЯМ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	739
Усик Н.И. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, КАК ОСНОВА НОВОЙ ИДУСТРИАЛИЗАЦИИ РОССИИ.....	741
Хабаров К.О. УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЯМИ В РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	744
Ласкина Л.Ю., Шаймарданова П.А. ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ.....	747

Петропавлова Г.П., Шаймарданова П.А. ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ КОНДИТЕРСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «КОНДИТЕРСКИЙ КОНЦЕРН БАБАЕВСКИЙ»).....	751
Шапиро О.А. ОЦЕНКИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ДОСТИЖЕНИЙ В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОБЛЕМЫ РИСКА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	754
Каплина Ю. Е. ВЛИЯНИЕ КРУПНОГО ГОРОДА НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ.....	757
Валдайцева М.В. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ И ЕГО РОЛЬ В МОДЕРНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ.....	760
Горячий С.А. МИРОВОЙ ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ КОММУНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В КРУПНОМ ГОРОДЕ.....	762
Скрипниченко Д.Ю. РОЛЬ КРУПНЫХ ГОРОДОВ В НОВОЙ МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РОССИИ.....	765
Уткина Е.Ю. ФАКТОРЫ, СДЕРЖИВАЮЩИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ МОНОГОРОДОВ.....	767
Шапиро Н.А. НОВАЯ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ И РАЗВИТИЕ КРУПНЫХ ГОРОДОВ.....	770
Яковлева А.В., Яковлев А.В. КРУПНЫЙ ГОРОД КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ В НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКЕ.....	773

ВЫСШАЯ ШКОЛА XXI ВЕКА

Будылин Д. Ю., Полатайко С. В. ДИАЛОГ ЦИВИЛИЗАЦИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЛОСОФИИ: КУЛЬТУРНЫЕ РЕГИОНЫ И ПЕРИОДЫ В ДИСТАНЦИОННОМ УНИВЕРСИТЕТСКОМ КУРСЕ.....	776
Колотилин А.В. ПРАВОВОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ И ЕГО МЕСТО В ВОСПИТАНИИ ВЫПУСКНИКОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ XXI ВЕКА.....	779
Львов А. А. АВАТАР КАК ПРИРОДА СУБЪЕКТА СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА И ОБРАЗОВАНИЯ.....	781
Малахов А.Н. ИНФОРМАЦИЯ И НАУЧНОЕ ЗНАНИЕ.....	783
Силакова Л.В. ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ИХИБТ НИУ ИТМО В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА.....	786

Шаруненко Н. А. ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ВОЙНА 1812 ГОДА ГЛАЗАМИ ЕЁ УЧАСТНИКОВ.....	789
---	------------

**VI Международная
научно-техническая конференция**

**«НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ
И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В XXI ВЕКЕ»**

(Санкт-Петербург, 13-15 ноября 2013 г.)

Материалы конференции

Титульный редактор

Т.Г. Смирнова

Компьютерная верстка

Е.В. Москвичева

Я.Я. Платунова

Дизайн обложки

Н.А. Потехина

Печатается

в авторской редакции

Подписано в печать 31.10.2013. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 47,66 Печ. л. 51,25 Уч.-изд. л. 51,0
Тираж 200 экз. Заказ № С 84

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9