

ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ)

Ежемесячный научный журнал

№ 10 (67) / 2019

6 часть

Редакционная коллегия:

д.п.н., профессор Аркулин Т.В. (Москва, РФ)

Члены редакционной коллегии:

- Артафонов Вячеслав Борисович, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологического и природоресурсного права (Москва, РФ);
- Игнатъева Ирина Евгеньевна, кандидат экономических, преподаватель кафедры менеджмента (Москва, РФ);
- Кажемаев Александр Викторович, кандидат психологических, доцент кафедры финансового права (Саратов, РФ);
- Кортун Аркадий Владимирович, доктор педагогических, профессор кафедры теории государства и права (Нижний Новгород, РФ);
- Ровенская Елена Рафаиловна, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой судебных экспертиз, директор Института судебных экспертиз (Москва, Россия);
- Селиктарова Ксения Николаевна (Москва, Россия);
- Сорновская Наталья Александровна, доктор социологических наук, профессор кафедры социологии и политологии;
- Свистун Алексей Александрович, кандидат филологических наук, доцент, советник при ректорате (Москва, Россия);
- Тюменев Дмитрий Александрович, кандидат юридических наук (Киев, Украина)
- Варкумова Елена Евгеньевна, кандидат филологических, доцент кафедры филологии (Астана, Казахстан);
- Каверин Владимир Владимирович, научный сотрудник архитектурного факультета, доцент (Минск, Белоруссия)
- Чукмаев Александр Иванович, доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права (Астана, Казахстан) (Астана, Казахстан)

Ответственный редактор

д.п.н., профессор Каркушин Дмитрий Петрович (Москва, Россия)

Международные индексы:



Ответственный редактор:

Главный редактор:

Завальский Яков Андреевич (Россия), доктор психологических наук, профессор

Международный редакционный совет:

Научный редактор: Игнатъев Сергей Петрович (Россия), доктор педагогических наук, профессор

Ответственный секретарь редакции: Давыдова Наталия Николаевна, кандидат психологических наук, доцент.

Арсеньев Дмитрий Петрович (Россия),

доктор психологических наук, профессор, заведующий лабораторией

Бычковский Роман Анатолиевич (Россия),

доктор психологических наук, профессор, МГППУ

Ильченко Федор Валериевич (Россия),

доктор психологических наук, профессор, заведующая лабораторией психологии

Кобзон Александр Владимирович (Россия),

доктор педагогических наук, профессор

Панов Игорь Евгеньевич (Россия),

доктор технических наук, профессор

Петренко Вадим Николаевич (Казахстан),

доктор психологических наук, профессор

Прохоров Александр Октябринович (Казахстан),

доктор педагогических наук, профессор

Савченко Татьяна Николаевна (Беларуссия),

кандидат психологических наук, доцент

Стеценко Марина Ивановна (США),

Ph.D., профессор

Строганова Татьяна Александровна (Украина),

доктор педагогических наук, профессор

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:

г. Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

E-mail: info@euroasia-science.ru ; www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии г. Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

| | |
|---|----|
| Annagulyyev G. A. RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF LOGISTICS INDUSTRY IN TURKMENISTAN IN THE CONTEXT OF THE BELT AND ROAD INITIATIVE | 4 |
| Азарков А. А., Азаркова Е. Ю., Кручинин А. Г., Харитонов В. Д. УФ-КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВРАЩАЮЩИХСЯ МЕМБРАН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ | 7 |
| Алексеев А. Г., Алексеев П. А., Янович А. А. ИЗМЕРЕНИЕ СПЕКТРОВ НЕЙТРОНОВ ЗА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТОЙ РЕАКТОРОВ И УСКОРИТЕЛЯ НИЦ «КУРЧАТОВСКОГО ИСТИТУТА» | 10 |
| Амирасланова Р. И. МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ В КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКЕ..... | 16 |
| Баянов К. О. РАЗРАБОТКА БЛЮД РУССКОЙ КУХНИ И СОСТОВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕДА СБАЛАНСИРОВАННОГО ПО МИКРО И МАКРО ЭЛЕМЕНТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА | 20 |
| Говоров Д. И., Хандожко А. В., Говоров И. В. ПРОБЛЕМЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА | 23 |
| Дерябин С.А., Зыков С.В., Микитенко И.И. МУЛЬТИАГЕНТНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМ КАРЬЕРНЫМ ТРАНСПОРТОМ | 27 |
| Досказиева Г.Ш., Куангалиев З.А, Марданов А.С. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ ЗАПАСОВ НЕФТИ НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРОВ | 32 |
| Макашева А.М., Елеуова И.А. ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ДАВЛЕНИЯ ПАРА ДЛЯ ФРАНЦИЯ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ ХАОТИЗИРОВАННЫХ ЧАСТИЦ | 38 |
| Климова Е. В. БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОБУСНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ДОРОГАХ РФ | 40 |
| Ключников А. И., Чичкин И. Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАЛМАНОВСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НАЧАЛЬНОЙ ВЫСТАВКА БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ | 44 |
| Кобыльский Р. Э., Дёмин И. С., Зувев С. А. УМЕНЬШЕНИЕ СИЛ ДЕЙСТВУЮЩИХ В РЯДУ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА АГРЕГАТА ПУТЕМ ЗАМЕНЫ МАТЕРИАЛА ЭЛЕМЕНТОВ КРИВОШИПНО- ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА..... | 50 |
| Kosogorova A. K., Makarov S. Yu., Voskanyan O.S. ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SEASONAL VIBRATIONS ON THE QUALITY OF RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF ALCOHOLIC PRODUCTS .. | 56 |
| Фирстов А.П. ВОЗМОЖНЫЕ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕКОВЫХ СМЕСЕЙ..... | 61 |

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF LOGISTICS INDUSTRY IN TURKMENISTAN IN THE CONTEXT OF THE BELT AND ROAD INITIATIVE

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.382](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.382)

Annagulyyev G. A.

Lanzhou Jiaotong University

Anning Xi street 88, Gansu province, People republic of China

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ В ТУРКМЕНИСТАНЕ В РАМКАХ ИНИЦИАТИВЫ "ОДИН ПОЯС И ОДИН ПУТЬ". Г.А. АННАКУЛИЕВ

Аннин Си Лу

Ланджоуский транспортный университет

88, Провинция Ганьсу, Китайская народная Республика.

АННОТАЦИЯ

В 2013 году Китай запустил инициативу "Один пояс и один путь" и так как Туркменистан расположен вдоль Великого Шелкового пути, эта страна является важным участником инициативы. В рамках инициативы "Один пояс и один путь" в Туркменистане активно стала развиваться логистическая отрасль, что привело ее к полному усовершенствованию. В основном, в данной статье анализируется состояние развития логистической отрасли в Туркменистане в рамках инициативы "Одного пояса и одного пути", а также современные проблемы, возможности и трудности.

ABSTRACT

In 2013, China launched the "Belt and Road" Initiative, and Turkmenistan is one of the countries along the Belt and Road and an important participant in the Belt and Road countries. In the context of the "One Belt and one road", Turkmenistan's logistics industry has been vigorously developed, and the logistics system has been fully constructed. This Article mainly analyzes the status of the development of logistics industry in Turkmenistan in the context of "One Belt and one road", the current problems and the opportunities and difficulties.

Ключевые слова: Один пояс и один путь; логистическая отрасль; возможности;

Keywords: One Belt and One Road ; logistics industry; opportunities

1 Logistics industry development status of Turkmenistan

1.1 Status of Turkmenistan's infrastructure

In recent years, Turkmenistan has been paying great attention to communication and trade with other countries, and has strengthened communication with other countries, so Transportation has become very important and has gradually received the attention of the government.

The development of logistics industry in Turkmenistan depends mainly on the railway, which is an important infrastructure of logistics in Turkmenistan. Turkmenistan internal railway traffic mileage nearly 7000 km, links Turkmenistan's important cities, but also cooperation with some important countries to connect. Types of rail transport include: oil, building materials, chemical products, agricultural products, etc., and therefore is one of the important ways of logistics and transport.

Turkmenistan's total mileage of 184,000 kilometers of roads, either includes 3200 kilometers of international roads, Turkmenistan's roads are not the main way of logistics and transportation, because Turkmenistan's internal roads are aging, supporting infrastructure is not perfect, but there is a huge space for development.

Turkmenistan is surrounded by no land, so air transport is very important in the development of the logistics industry. Turkmenistan has established a

strong route system and airport network, has formed a fixed route with some countries, but also opened a link to Europe, the United States, China, South Korea, Japan Transport Routes, is conducive to the development of international logistics industry.

Turkmenistan is far from the sea, the nearest sea entrance is 2950 kilometers away from Turkmenistan, and Turkmenistan's domestic rivers, domestic and international water transport are less.

At present, Turkmenistan's logistics industry transport mode, the most is the joint mode of transport, that is, give full play to the characteristics of various modes of transport, transport between ways to learn from each other, so as to improve transport efficiency, reduce transport costs effect.

1.2 Current status of Turkmenistan functioning

Turkmenistan's internal logistics development is more perfect, with the continuous development of international trade, Turkmenistan gradually began the development of international logistics industry. However, due to the complexity of the international logistics process, high cost, so Turkmenistan internal international logistics companies do a small number. Turkmenistan has already formed a preliminary international logistics system. However, only some countries which have regular logistics dealings have not formed the

international logistics system that radiates the various countries in the world.

With the proposal of the "Silk Road" economic belt, Turkmenistan's trade cooperation with China has become more and more close, and Turkmenistan is located in the transportation hub of Eurasia, so Turkmenistan began to attach importance to the development of international logistics industry and system construction.

2 Problems of logistics industry in Turkmenistan

By studying the current situation of the development of Turkmenistan's logistics industry, we can find that there are some problems in Turkmenistan's logistics industry, which seriously restrict the development of Turkmenistan's logistics industry. The specific problems are as follows:

2.1 Logistics concept is relatively backward

Turkmenistan logistics industry lack of modern logistics concept, the current logistics development concept is still stuck in the enterprise to meet their own logistics needs as the main purpose of development, logistics social development concept is low, mainly for the logistics industry is small, scattered difference.

2.2 The level of enterprise logistics informatization is low

The backward development of information technology in Turkmenistan limits the development of information technology in internal logistics industry. Most enterprises can not realize the information management of logistics, can not supervise logistics information immediately, and can not share logistics information with upstream suppliers and downstream customers.

2.3 Backward Logistics Infrastructure

Although the Turkmenistan government began to attach importance to the development of the logistics industry and introduced a series of measures to promote the development of the logistics industry, there are still many problems in the logistics industry in Turkmenistan, especially the infrastructure is too backward. The construction of railway, highway and flight routes for logistics transportation is not comprehensive, and many areas for logistics transportation have not opened corresponding logistics channels; the construction of logistics public information platform is imperfect, which can not realize the functions of logistics information sharing and real-time supervision; there are problems in the mode of logistics docking, which can not achieve seamless docking in a short time. The logistics transportation time is too long.

2.4 Deficiency of Logistics qualified personnel

Logistics management is a professional, involving a wide range of content, so the need to participate in logistics management personnel to understand and familiar with the entire process of logistics industry, including: research, planning, management, operation and other processes. At present, Turkmenistan insufficiency such professional logistics talents, which unable satisfy requirement of the development of logistics industry.

2.5 Single mode of logistics service

At present, the development of logistics industry in Turkmenistan is relatively backward, and the service methods ways and means are too single. (unitary;) Turkmenistan's logistics industry can only provide basic logistics services, that is, goods warehousing and transportation. It can't realize logistics services such as circulation processing, logistics cost control, logistics value-added, and even can't realize advanced logistics services such as logistics scheme design and whole-process logistics services.

3 The strategy of promoting the development of Turkmenistan's logistics industry setting "One Belt and One Road"

There are many problems in Turkmenistan's logistics industry. Setting "one belt and one road", the development of its logistics industry is facing many opportunities. It is also necessary to formulate some development strategies under the background of "One Belt and One Road" to promote the rapid development of Turkmenistan's logistics industry.

3.1 Improving the Infrastructure Construction of Logistics Industry

In the "One Belt and One Road" initiative, the most important problem is the interconnection and interconnection of logistics infrastructure, which promotes the construction of international logistics corridors in Central Asia and enhances the interconnection and interconnection of various countries. If Turkmenistan wants to promote the development of domestic economy through "One Belt and One Road", we need to take positive actions to improve the logistics infrastructure. Firstly, it is necessary to build a logistics transportation network with highway, railway and air as the main transport hub, especially to improve the construction of railway infrastructure, and to promote multi-modal combined transport through railway transport, so as to lay a good railway foundation for multi-modal combined transport.

3.2 Promoting the transformation and upgrading of internal logistics enterprises in Turkmenistan

The proposal of "One Belt and One Road" initiative provides an opportunity for the transformation and upgrading of Turkmenistan's internal logistics enterprises. At present, there are many problems in Turkmenistan's internal logistics enterprises. Therefore, if we want to take part in the trade between the countries along the belt, Turkmenistan's internal logistics enterprises must transform and upgrade, and realize the informatization, diversification and specialization of logistics enterprises, so as to promote the development of the internal and international logistics industry. For specialized, comprehensive and informatized logistics services. Therefore, Turkmenistan logistics enterprises need to make a comprehensive upgrading plan, so that enterprises can achieve the same level of logistics enterprises in other countries through upgrading so as to play a proper role in the international logistics transportation of "one belt and one road" and give full play to their desired results, so that

Turkmenistan can participate in the "One belt and one Road" smoothly.

3.3 Training specialized logistics industry qualified personnel

Talent is the core power of the development of enterprises. Therefore, if Turkmenistan wants to carry out the transformation and upgrading of the logistics industry and develop better in the future, it needs specialized logistics talents. Therefore, training specialized logistics talents will become the driving force for the development of logistics in Turkmenistan. We should actively promote the training of logistics talents, provide continuous development momentum for the logistics industry, improve the efficiency of logistics business, reduce logistics costs, enhance customer satisfaction and core competitiveness, and build Turkmenistan's logistics industry into a technology intensive value-added industry, realizing the high flow of goods, business, information and capital Effective flow. Therefore, Turkmenistan can cultivate specialized logistics talents by means of personnel training, talent introduction and order training.

3.4 Promoting the Improvement of International Logistics Level

The initiative of "one belt and one road" was put forward to promote trade and transportation of the countries along the line, so as to promote the development of international trade. In the process of international trade development, the international logistics industry chain is very important. In this context, Turkmenistan needs to rapidly improve the level of international logistics. First of all, Turkmenistan can establish a transnational alliance with the "one belt and one road" initiative to establish a joint national logistics industry. Through this way, Turkmenistan's international logistics level will continuously improve in learning. Second, Turkmenistan can By introducing China's logistics industry standards, equipment and so on, we can make up for the shortcomings of the low degree of standardization of domestic logistics operation, so that when participating in international logistics activities, it can carry out the most convenient and efficient logistics services at the lowest operating cost, and become an indispensable part of the logistics chain in Central Asia. At the same time, the Turkmenistan government should streamline its offices, integrate logistics management departments and optimize the

development environment of international logistics enterprises.

Conclusion. In this article, the current situation and development of logistics industry in Turkmenistan are studied and analyzed. Through research and analysis, it is found that the logistics industry in Turkmenistan has some problems, such as backward technical facilities, insufficiency of specialized talents and low level of informatization. The villages of these problems seriously restrict the logistics industry in Turkmenistan and need The development of industry. Under the background of "One Belt and One Road", the logistics industry in Turkmenistan is facing an opportunity for development. Therefore, Turkmenistan needs to combine the actual situation of "One Belt and One Road" to improve the logistics infrastructure, promote the transformation and upgrading of logistics enterprises, train logistics professionals and raise the level of international logistics. The mode of logistics industry in Turkmenistan is improved, so that Turkmenistan can promote the development of trade and logistics industry with the development opportunity of "One Belt and One Road".

References

- [1] Luo Jiayang. Turkmenistan participates in the research on the development of International Logistics System "One Belt and One Road" [D], master thesis, Chang'an university, 2017.
- [2] Chai Ping. Research on the political risk of investment in "one belt and one road" [J]. overseas interests research, 2015 (09), 13-19.
- [3] Wang Lianwei. On strengthening the construction of transportation infrastructure and promoting the development of modern logistics [J]. Logistics engineering and Management, 2018 (02), 90-98.
- [4] Wang Xifeng. Turkmenistan's logistics and transportation hub has obvious advantages [J]. Russian Central Asia and Eastern Europe Market, 2016 (06), 24-28.
- [5] Zhang Wenzhong. The trade characteristics of the five countries of Central Asia and the obstacles to eastward development [J]. Xinjiang finance, 2015 (01), 53-61.
- [6] Xu Xijun. The opportunities and challenges of the Eurasian continental bridge logistics industry under the Belt and Road strategy [J]. Development Research, 2016 (01), 65-68.

**УФ-КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ВРАЩАЮЩИХСЯ МЕМБРАН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.383](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.383)*Асп., Агарков Александр Александрович,
к.т.н., Агаркова Евгения Юрьевна,
к.т.н., Кручинин Александр Геннадьевич,
д.т.н., Харитонов Владимир Дмитриевич**Федеральное государственное автономное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности»
г. Москва***АННОТАЦИЯ**

Исследована эффективность процесса ультрафильтрации молочной подсырной сыворотки на экспериментальной установке, снабжённой вращающимися фильтрующими элементами диаметром 210 мм и общей площадью фильтрующей поверхности 0,2м². Сравнительной оценке подвергались данные по изменению производительности, полученные при использовании фильтрующих элементов в статическом состоянии и в процессе их вращения.

УФ-концентрирование осуществлялось при температурах 25 °С и 40 °С. Установлено, что процесс ультрафильтрации при использовании вращения фильтрующих элементов обладает более высокой производительностью на всех временных стадиях процесса. При этом повышение производительности после 3,5 часов работы установки с вращающимися фильтрующими элементами составляла 72,3 мл/мин, что превышало этот показатель в случае ультрафильтрации с фильтрами в статическом состоянии. В то же время повышение температуры ультрафильтрации с 25 °С до 40 °С при использовании вращающихся мембран не привело к существенному повышению производительности установки.

ABSTRACT

The efficiency of cheese whey ultrafiltration process has been investigated using the pilot plant equipped with rotating filtering elements 210 mm in diameter and total area of filtration – 0,2 m².

The studies were carried out at 25 °C and 40 °C. The output flow range data obtained during filtering elements usage in static condition and in the process of rotation were comparatively evaluated. It was stated that the filtration process at filtering elements rotation possesses higher efficiency at all time stages of the process. Thus the productivity gain after 3,5 hrs of the unit operation with the filtering elements made up 72,3 ml/min. that exceeded this index in the case of ultrafiltration with filters in static condition. At the same time the filtration temperature increase from 25 °C to 40 °C using the rotating membranes didn't result in the significant improvement of the unit efficiency.

Ключевые слова: ультрафильтрация, вращающиеся фильтрующие элементы, подсырная молочная сыворотка, производительность установки.

Key words: ultrafiltration, rotating filtering elements, cheese whey, the unit efficiency

Начало использования баромембранных процессов в различных отраслях промышленности можно отнести к патентованию первой полупроницаемой мембраны в середине шестидесятих годов XX века [1,2]. С тех пор изучение и разработка баромембранных технологий стали предметом многочисленных исследований во всём мире. Основной причиной развития данных технологий являются низкие энергетические затраты при обработке технологических растворов с целью концентрирования, очистки и фракционирования.

В пищевой, в том числе молочной промышленности наряду с указанной причиной это послужило стимулом для развития технологий основанных на использовании электродиализа, микро–нано– и ультрафильтрации для получения новых продуктов с заданным составом и свойствами. В молочной промышленности среди указанных методов можно выделить процессы ультрафильтрации, позволяющие обеспечивать фракционирование молока, молочной сыворотки и тому подобное с целью выделения и концентрирования необходимых композиций и компонентов при получении новых видов

функциональных продуктов, пищевых и биологически активных добавок с заданными характеристиками.

Стоит отметить, что в процессе ультрафильтрационной обработки молочного сырья на поверхности и в порах мембран сорбируются вещества, главным образом белковой природы, увеличивая гидравлическое сопротивление мембранного аппарата и снижая на этой основе производительность процесса. Это явление, называемое концентрационной поляризацией, является фактором лимитирующим проницаемость мембран [3,4].

Исследования по изучению данного явления проводятся в связи с необходимостью интенсификации баромембранной обработки жидких сред. Они направлены в основном на регулирование гидродинамического режима движения жидкости над поверхностью мембран. Существует целый ряд способов создания благоприятной гидродинамической обстановки в примембранном слое за счёт турбулизации потока жидкости, создания ее рециркуляционных потоков, наложения на обрабатываемую среду волновых

колебаний различной природы (ультразвук, механическая вибрация) и т.п.

Одним из перспективных направлений интенсификации процесса ультрафильтрации является способ основанный на придании фильтрующим элементам вращательного движения.

Данное направление получило своё развитие в основном для совершенствования технологий и

оборудования при очистке вод стоков и других технологических сред на предприятиях химии и нефтехимии, однако в области пищевых технологий разработки немногочисленны и носят эпизодический характер [4,5,6,7,8,9,10].

Для экспериментальной проверки эффективности использования данного способа ультрафильтрации была сконструирована экспериментальная установка (рисунок 1).

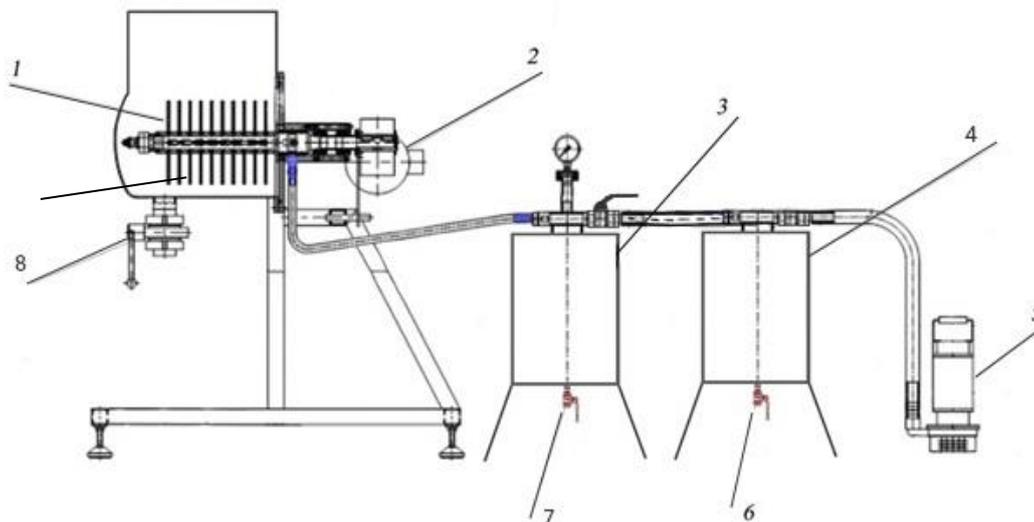


Рисунок 1: 1 – мембранные фильтр – диски, 2 – двигатель, 3 – ресивер, 4 – влагоотделитель, 5 – вакуумный насос, 6 – клапан вывода влаги, 7 – клапан вывода пермеата, 8 – клапан вывода концентрата, 9 – приемная емкость.

Установка была снабжена тремя вращающимися ультрафильтрационными фильтрами диаметром 210 мм, с общей площадью фильтрующей поверхности 0,2 м², вращающимися со скоростью 300 об/мин.

Принцип действия установки заключается в следующем. Обрабатываемая сыворотка с заданной температурой помещалась в приемную емкость (9), снабженную теплообменной рубашкой, и затем подвергалась ультрафильтрации мембранными фильтрами (1) смонтированными на вращающемся полом валу, приводимом в движение электродвигателем (2). Концентрат остается в приемной емкости (9), а пермеат через полый вал отводился вакуумным насосом (5). Для исключения попадания влаги в вакуумный насос и поддержания

его заданных режимов работы, установка снабжена ресивером (3) и влагоотделителем (4).

На данной установке проводили ультрафильтрацию подсырной сыворотки со следующими показателями: массовая доля сухих веществ – 6,1 6,1 %; массовая доля белка – 0,88%. В ходе экспериментов значение рН сыворотки колебалось в диапазоне 6,3 – 6,4.

Указанные показатели определяли общепринятыми методами в соответствии с ГОСТ 3626–73 и ГОСТ 23327–98.

На рисунке 2 приведены сравнительные данные по динамике изменения производительности установки при проведении эксперимента с вращающимися и статическими мембранами.

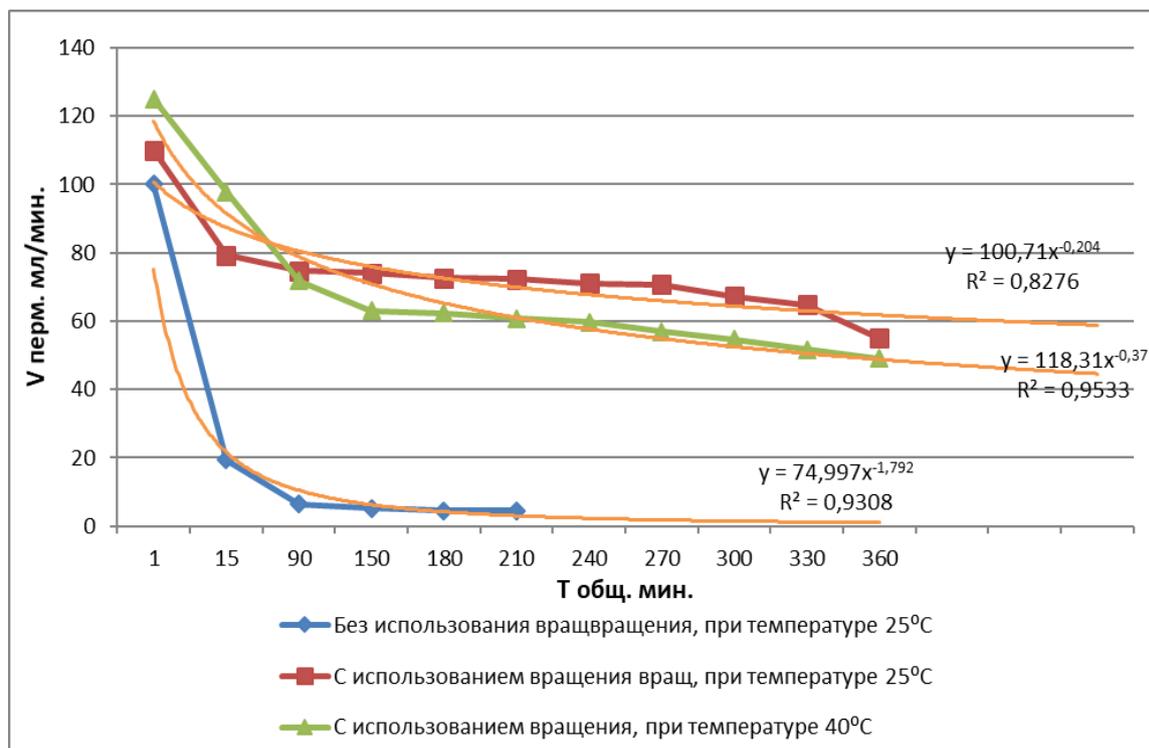


Рисунок 2. Производительность установки с вращением мембранного элемента и без участия вращения, при разных температурных режимах.

Из результатов, представленных на графике видно, что при концентрировании сыворотки с температурой 25 °С с использованием вращающихся фильтрующих элементов, обеспечивается наиболее стабильный характер процесса на протяжении 6 часов при достаточно высокой производительности. В то же время осуществление процесса ультрафильтрации сыворотки с аналогичными показателями при использовании статичных мембранных фильтров приводило к существенному снижению производительности установки уже через 3,5 часа. Из этого можно заключить, что концентрирование подсырной сыворотки на опытной установке со статическими мембранами нецелесообразно, поэтому дальнейшие исследования были продолжены на вращающихся мембранах.

Полученные результаты так же свидетельствуют о незначительном влиянии повышения температуры до 40 °С при работе установки с вращающимися фильтрующими элементами. В то же время можно отметить, что в начальный период процесса в диапазоне от 0 до 15 минут производительность установки при температуре 40°C превышает этот показатель по сравнению с ультрафильтрации с участием вращения фильтрующих элементов при температуре 25 °С на 18,4 мл/мин. Это связано со снижением вязкости подсырной сыворотки в процессе нагревания.

Результаты эксперимента показали, что использование статических мембранных элементов не представляет интереса с практической точки зрения, а при использовании вращения фильтрующих элементов разница показателей

производительности процесса ультрафильтрации молочной сыворотки при температуре 25 °С и 40 °С незначительна и не превышает 13 мл/мин. Таким образом, при использовании вращающихся мембранных элементов появляется возможность эффективно проводить процесс концентрирования при достаточно низкой температуре, при этом становится возможным максимально полно сохранить полезные свойства белков молочной сыворотки и избежать излишнего нарастания кислотности в процессе ультрафильтрации.

Список используемой литературы:

1. Белов Н.И. Концентрирование и очистка молочной сыворотки гиперфильтрацией / Н.И. Белов, Н.Н. Липатов. // Молочная промышленность – 1970 – №5 – с.17 – 19.
2. Пат. № 3133132 US. High flow porous membranes for separating water from saline solutions [Text] / Loeb S., Sourirajan S.; патентообладатель: Univ California. – US № 72439, заявл. 29.11.60; опубл. 1964.
3. Ключников А.И. Мембранная техника с низким уровнем концентрационной поляризации для переработки молочного сырья. / Ключникова Д.В. // Материалы 5-й международной н/п конференции г. Ставрополь 21–23 октября 2015г. “Современные достижения биотехнологии. Актуальные проблемы молочного дела.” – с.371 – 374.
4. Свитцов А.А. Введение в мембранные технологии. – М.: ДеЛи принт, 2007. – с. 66 – 72.
5. Свитцов А.А. Новые технические решения по снижению влияния концентрационной поляризации на мембранное разделение. / А.А.

Свитцов, Р.А. Одинцов, А.В. Молотков // Критические технологии. Мембраны. – 2001 – №10 – с. 25 – 29.

6. Пат. RU 156468 U1. Фильтр сгуститель. Чечельницкий Г.М., Орлов И.В., Дмитриев В.В. Опубликовано 10.11.2015., Бюл. №31

7. Пат. RU 102531 U1. Аппарат для очистки растворов с погружным фильтрующим элементом. Васильковский В.С., Куянов Г.И. и др. Опубликовано 10.03.2011

8. Hwang Kuo-Jen. Disk structure on the performance of a rotating – disk dynamic filter: A case study on microalgae microfiltration. / Kuo-Jen Hwang,

Su-En Wu // Chemical Engineering Research and Desing. – 2015 – №94 – с. 44 – 51.

9. Luo Jianquan. Treatment of dairy effluent by shear – enhanced membrane filtration: The role of foulants. / Jianquan Luo, Weifeng Cao, Lu Hui Ding, Zhenzhou Zhu, Yinhua Wan, Michel Y. Jaffrin // Separation and Purification Technology – 2012 – №96 – с. 194–203.

10. Агарков А.А., Фракционирование пищевых сред с использованием вращающихся фильтрующих элементов / А.А. Агарков, Д.В. Харитонов // Молочная промышленность. 2018. № 12. С. 52-53.

ИЗМЕРЕНИЕ СПЕКТРОВ НЕЙТРОНОВ ЗА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТОЙ РЕАКТОРОВ И УСКОРИТЕЛЯ НИЦ «КУРЧАТОВСКОГО ИНСТИТУТА»

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.378](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.378)

Алексеев Александр Григорьевич

старший научный сотрудник,

«НИЦ Курчатовский институт»-ИФВЭ, г.Протвино

Алексеев Павел Александрович

старший научный сотрудник, ктн

АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»

Янович Андрей Анатольевич

научный сотрудник

НИЦ Курчатовский институт- ИФВЭ, г.Протвино

NEUTRON SPECTRA BEHIND THE BIOLOGICAL SHIELDING OF REACTORS AND ACCELERATOR OF SRC “KURCHATOV INSTITUTE”

Alexeev A.G.

NRC «Kurchatov Institute» – IHEP

Yanovich A.A.

NRC «Kurchatov Institute» – IHEP

Alexeev P.A.

JSC "SSC RF – IPPE"

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты измерений спектров нейтронов на биологической защите реакторов ИР-8, ОР-М и ускорителя У-150 «НИЦ Курчатовского института». Показан способ измерения, дано описание используемых средств измерения и методика их калибровки.

ABSTRACT

The results of measurements of the neutron spectra behind the radiation shielding of the IR-9, OR-M reactors and U-150 accelerator of the “Scientific Research Center Kurchatov Institut”e are presented. The measurement procedure, a description of the measurement tools used and the calibration procedure are given.

Ключевые слова: нейтроны, спектр, дозиметр, реактор

Keywords: neutrons, spectrum, dosimeter, reactor

ВВЕДЕНИЕ

Альбедные индивидуальные дозиметры на основе термолюминесцентных (ТЛД) детекторов – практически единственный метод в рутинном индивидуальном дозиметрическом контроле нейтронного излучения на российских предприятиях. Методические особенности использования таких дозиметров подробно представлены в [1]. Одной из особенностей дозиметров является необходимость использовать калибровку (поправочный коэффициент), величина, которого зависит от спектра нейтронов в месте облучения. Поэтому возникает необходимость в измерении спектров нейтронов. В

данной работе представлены результаты измерения спектров нейтронов на рабочих местах на установках «НИЦ Курчатовский институт».

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ

Для измерения характеристик нейтронного излучения использовались следующие средства измерения:

- ДКС96Н с блоком детектирования БДМН-96 и стандартным замедлителем;

- ДКС96Н с блоком детектирования БДМН-96 и набором замедлителей (ДСН-2) [2]; которые обеспечивают возможность измерять спектр нейтронов (плотность потока нейтронов) в интервале энергий от тепловой до 10 МэВ;

•Дозиметр спектрометр SDMF-1206 [3]; измеряет спектр нейтронов (плотность потока нейтронов) от 0,4 до 15 МэВ (в данной работе выше 0,8 МэВ).

Методика поверки и калибровка ДСН-2 включала в себя несколько этапов:

•Первый этап: ДКС96Н поверялся на стандартизованной установке УКПН-М;

•Следующий шаг: выполнялись измерения с ДКС96Н (блок детектирования БДМН-96 с разными замедлителями) в поле излучения Pu-Be источника в открытой геометрии и источник находился в сферическом полиэтиленовом замедлителе диаметром 16,5 см.

•Дополнительно выполнялась калибровка по чувствительности к тепловым нейтронам на установке УКПН-М, которая дополнялась тепловой насадкой.

Во втором случае измерения выполнялись в экспериментальном зале 1БВ ускорителя У-70 (на технической площадке ИФВЭ); расстояния до бетонного пола было 4 м, до стен и потолка не менее 15 м. Расстояние между центром источника и детектором-0,75 м. Таким образом вклад рассеянного нейтронного излучения был минимален. Результаты измерений с блоком детектирования БДМН-96 в разных замедлителях приведены в таблице 1.

Таблица 1

ПОКАЗАНИЯ БДМН-6 В РАЗНЫХ ЗАМЕДЛИТЕЛЯХ (ДИАМЕТР ДАН В СМ.) В ПОЛЕ НЕЙТРОНОВ PU-BE ИСТОЧНИКА БЕЗ ЗАМЕДЛИТЕЛЯ И В ЗАМЕДЛИТЕЛЕ.

| Блок детектирования БДМН-96 в разных замедлителях | Показания, мкЗв/час | |
|---|---------------------|----------------------------|
| | Pu-Be | Pu-Be в замедлителе 165 мм |
| Без замедлителя | 4,50 | 18,20 |
| в Cd-оболочке | 4,20 | 3,60 |
| Замедлитель -7,6 | 5,67 | 8,80 |
| Замедлитель -12,7 | 31,77 | 27,46 |
| Замедлитель -17,2 | 55,53 | 36,11 |
| Замедлитель -25,4 | 59,61 | 34,84 |
| Стандартный замедлитель ДКС96Н | 51,84 | 27,46 |

Диаметр полиэтиленовых замедлителей указан в см. Измерения с «голым» блоком детектирования и с оболочкой из кадмия используется для определения плотности потока тепловых нейтронов (с энергией ниже 0,4 эВ).

Был выполнен расчет спектра нейтронов утечки из замедлителя с помощью программы

MCNPX[4]. На рисунке 1 приведен спектр нейтронов (плотность потока нейтронов в группе (группа- интервал энергии нейтронов)) : расчет, измеренный с помощью SDMF-1206 и с помощью ДСН-2 с учетом результатов измерений SDMF-1206.



Рис. 1- Спектр нейтронов (плотность потока нейтронов в группе-интервале энергий) источника Pu-Be в полиэтиленовой сфере диаметром 169 мм. «MCNP»- расчет по программе MCNPX; «спектрометр»-результат измерения SDMF-1206; «Экспер.» - результат восстановления по измерениям ДСН-2 с учетом результатов измерений SDMF-1206.

При обработке результатов измерений с SDMF-1206 проводилась дополнительная коррекция спектра нейтронов в диапазоне 12-15,5 МэВ. Это связано с тем, что в верхней части диапазона спектра событий недостаточно корректно проводится анализ спектра с помощью

программного обеспечения, заложенного разработчиками. При малой статистике в этом диапазоне энергий при обработке аппаратурного спектра проявляются пики в спектре нейтронов, которых в принципе не должно быть (см. рис.2)

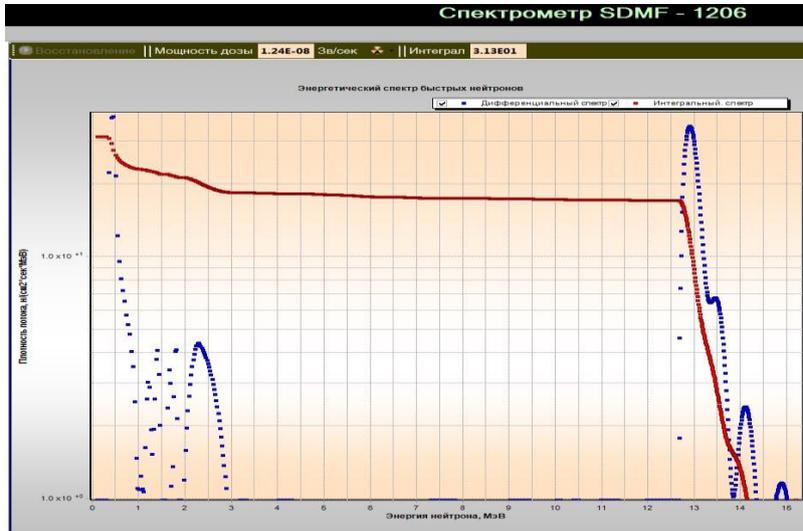


Рис.2. Пример некорректного восстановления спектра нейтронов.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Измерения спектров нейтронов выполнялись на следующих объектах:

- пультная изохронного ускорителя У-150;
- зал горизонтальных экспериментальных каналов (ГЭК) реактора ИР-8;
- лабораторные помещения реактора ОР-М;

- экспериментальный зал токамака Т-10.

Схема точек измерения в пультной У-150 приведена на рис. 3, в лабораторных помещениях реактора ОР-М на рис.4, зал горизонтальных экспериментальных каналов реактора ИР-8 на рис. 5. На рис.6 приведена геометрия измерения в пучке канала реактора ОР-М.

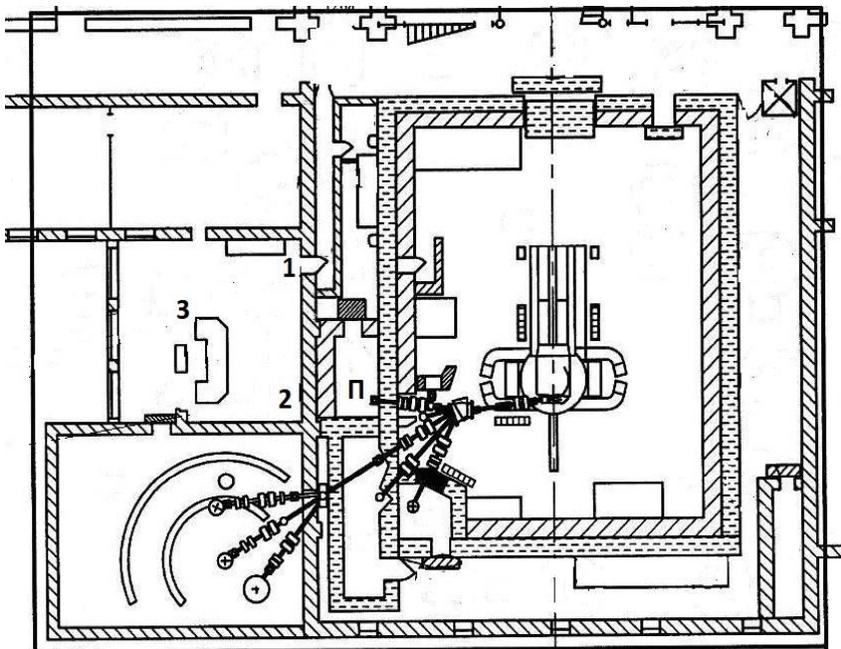


Рис.3. Схема точек измерения на ускорителе У-150. Цифрами указаны точки измерения; «П» - указано помещение, куда выводился пучок протонов.

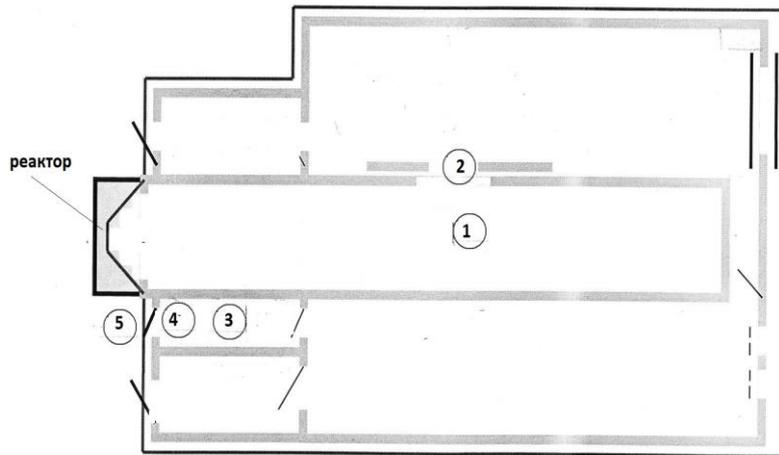


Рис.4. Схема точек измерения на реакторе ОР-М.

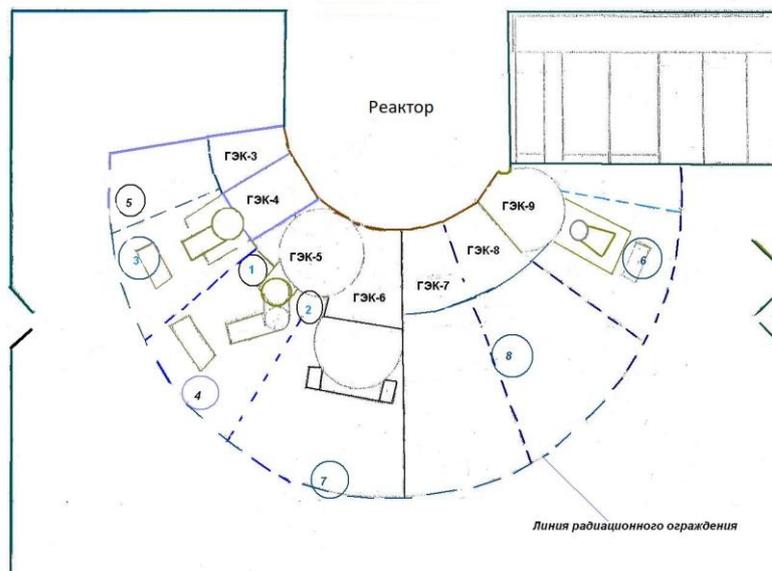


Рис.5. Схема точек измерения на реакторе ИР-8.

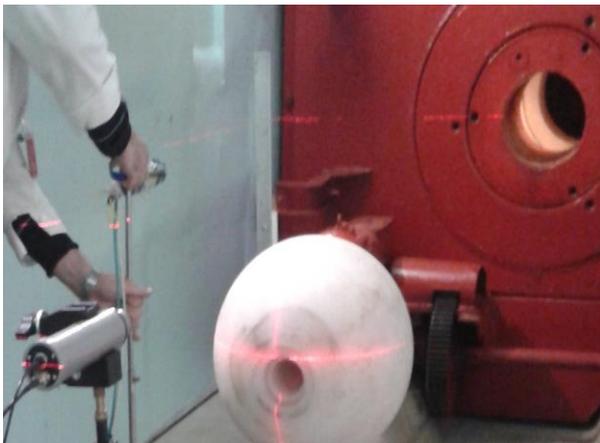


Рисунок 6- Геометрия измерения в пучке канала реактора ОР-М

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

В таблице 2 приведены отдельные результаты измерений: показания блока детектирования БДМН-96 в используемых замедлителях, результаты измерения амбиентного эквивалента дозы с помощью ДКС96Н, ДСН-2 и SDMF-1206. Показания SDMF-1206 ниже, чем ДКС96Н и ДСН-2, так как диапазон измерения выше 0,8 МэВ. Результат измерения мощности амбиентного

эквивалента дозы с помощью ДСН-2 выше, чем у ДКС96Н, так как ДКС96Н не регистрирует вклад тепловых нейтронов.

На рис. 7, 8, 9, 10 приведены спектры нейтронов (плотность потока нейтронов в группе) в пучке реактора ОР-М, в пультовой У-150, в зале ИР-8, в помещениях ОР-М измеренные с помощью SDMF-1206 и ДСН-2. На рис.7 показаны результаты измерений в пучке нейтронов ОР-М и

расчетный спектр нейтронов, полученный по программе MCNPX. Расчет дает большее значение рассеянных нейтронов (в диапазоне ниже 0,01 МэВ), чем измеренный, что можно объяснить не совсем точным учетом конструкций коллиматоров и замедлителей в канале. Следует отметить, что

спектры нейтронов в помещениях установок по форме достаточно похожи, хотя наблюдается разброс по вкладу тепловых нейтронов в значение плотности потока нейтронов во всем диапазоне энергии, что объясняется разной конфигурацией защит и оборудования каналов и установок.

Таблица 2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДКС96Н, ДСН-2 И SDMF-1206

| Блок детектирования БДМН-96 в разных замедлителях | Показания, мкЗв/час | | | |
|---|---------------------|--|--|---|
| | У-150 (точка 1) | ОР-М Точка 1, мощность реактора 500 Вт | ОР-М Точка 4, мощность реактора 500 Вт | ИР-8, точка 5, открыты ГЭК-5, 3, 4, 6,7 |
| Без замедлителя | 216,7 | 181 | 63,63 | 214 |
| в Cd-оболочке | 11,44 | 138 | 5,82 | 8,77 |
| Замедлитель -7,6 | 53,81 | 330 | 32,2 | 117 |
| Замедлитель -12,7 | 77,30 | 2470 | 44,1 | 149 |
| Замедлитель -17,2 | 64,78 | 4150 | 43,3 | 127 |
| Замедлитель -20,4 | 59,60 | 4210 | 32,0 | 102 |
| Замедлитель -25,4 | 31,35 | 3171 | 16,7 | 55 |
| SDMF-1206 | 7 | 1700 | 4,2 | 5,3 |
| ДСН-2 | 13,5 | 3110 | 10,7 | 40 |
| Стандартный замедлитель ДКС96Н | 11,3 | 3027 | 10,3 | 39 |

*Быстрые нейтроны с энергией выше 0,8 МэВ

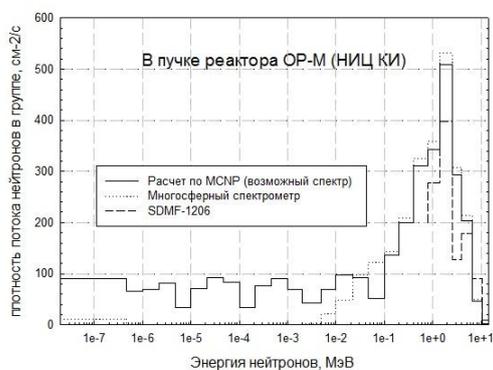


Рисунок 7– Спектр нейтронов в пучке реактора ОР-М.

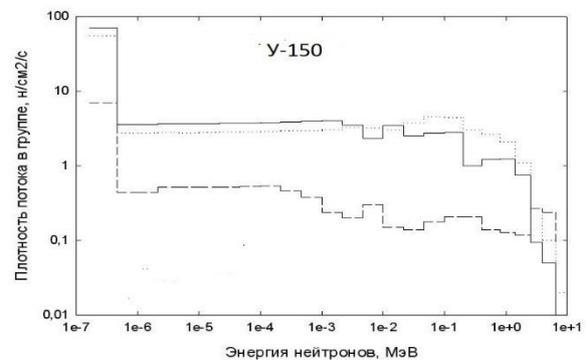


Рисунок 8– Спектры нейтронов в пультной У-150

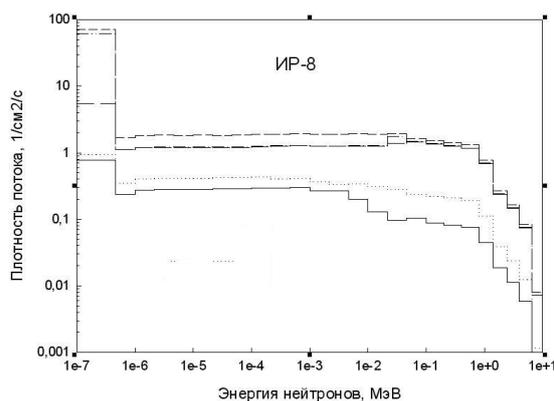


Рисунок 9– Спектры нейтронов на реакторе ИР-8.

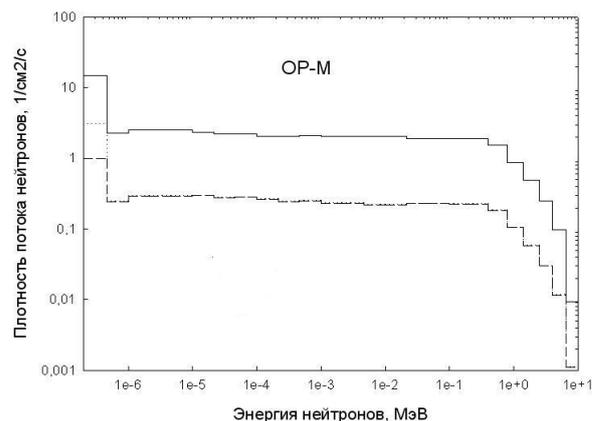


Рисунок 10– Спектры нейтронов в помещениях реактора ОР-М.

В таблице 3 приведены значения плотности потока нейтронов в некоторых точках измерения.

Измерения на Т-10 проводились при следующем режиме работы: удержание плазмы с помощью дополнительного СВЧ нагрева. Ток $I_0=250$ кА, средняя плотность плазмы $N=3,2 \cdot 10^{13}$ см⁻³. Магнитное поле $B=2,42$ Тл, дополнительная мощность СВЧ нагрева 1,5 МВт. Нейтронный выход ниже стандартного режима в 1,5-2 раза при обычных экспериментах. Мощность AMBIENTного эквивалента дозы нейтронов вплотную в

биологической защите, измеренная с помощью ДКС96Н составила 0,02 мкЗв/ч, с помощью SDMF-1206 – 0,08 мкЗв/ч; спектр нейтронов не восстанавливался, так как погрешность измерения превышала 30%. За биологической защитой Т-10 на рабочих местах измерения не проводились, так как там уровни нейтронного излучения были ниже уровня естественного фона, и используемые средства измерения не позволяли корректно провести измерения спектров нейтронов.

Таблица 3.

ЗНАЧЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА НЕЙТРОНОВ В ТОЧКАХ ИЗМЕРЕНИЯ

| Верхняя граница группы, МэВ | Плотность потока нейтронов в группе, н/см ² /с | | | |
|-----------------------------|---|-----------|-----------|-----------|
| | У-150, т.1 | ОР-М, т.1 | ОР-М, т.4 | ИР-8, т.5 |
| 4,67E-07 | 7,00E+01 | 11,17071 | 15,0306 | 53,3598 |
| 1,00E-06 | 3,62E+00 | 8,58E-01 | 2,30E+00 | 8,58E+00 |
| 2,15E-06 | 3,62E+00 | 9,07E-01 | 2,52E+00 | 9,21E+00 |
| 4,65E-06 | 3,67E+00 | 1,06E+00 | 2,55E+00 | 9,34E+00 |
| 1,00E-05 | 3,66E+00 | 9,90E-01 | 2,55E+00 | 9,32E+00 |
| 2,15E-05 | 3,68E+00 | 9,23E-01 | 2,37E+00 | 9,38E+00 |
| 4,64E-05 | 3,73E+00 | 1,19E+00 | 2,20E+00 | 9,30E+00 |
| 1,00E-04 | 3,77E+00 | 1,08E+00 | 2,23E+00 | 9,40E+00 |
| 2,15E-04 | 3,82E+00 | 1,01E+00 | 2,05E+00 | 9,64E+00 |
| 4,64E-04 | 3,89E+00 | 9,90E-01 | 2,06E+00 | 9,76E+00 |
| 1,00E-03 | 3,96E+00 | 1,18E+00 | 2,09E+00 | 9,94E+00 |
| 2,15E-03 | 4,07E+00 | 9,02E-01 | 2,04E+00 | 9,69E+00 |
| 4,64E-03 | 3,50E+00 | 1,93E+00 | 2,04E+00 | 9,70E+00 |
| 1,00E-02 | 2,33E+00 | 2,09E+01 | 2,06E+00 | 9,79E+00 |
| 2,15E-02 | 3,44E+00 | 4,85E+01 | 2,05E+00 | 9,75E+00 |
| 4,62E-02 | 2,53E+00 | 9,69E+01 | 1,92E+00 | 8,51E+00 |
| 1,00E-01 | 2,74E+00 | 1,22E+02 | 1,92E+00 | 7,92E+00 |
| 2,00E-01 | 2,80E+00 | 1,43E+02 | 1,90E+00 | 6,70E+00 |
| 4,00E-01 | 1,01E+00 | 2,08E+02 | 1,89E+00 | 6,26E+00 |

| | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 8,00E-01 | 1,22E+00 | 3,25E+02 | 1,55E+00 | 5,71E+00 |
| 1,40E+00 | 1,23E+00 | 3,59E+02 | 8,71E-01 | 3,39E+00 |
| 2,50E+00 | 7,48E-01 | 5,31E+02 | 4,90E-01 | 1,90E+00 |
| 4,00E+00 | 9,51E-02 | 3,07E+02 | 2,53E-01 | 9,82E-01 |
| 6,50E+00 | 4,95E-02 | 2,13E+02 | 9,78E-02 | 3,80E-01 |
| 1,05E+01 | 7,09E-03 | 4,92E+01 | 9,30E-03 | 3,61E-02 |
| 1,40E+01 | 0,00E+00 | 2,44E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| 1,45E+01 | 0,00E+00 | 5,35E-02 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты измерений спектров нейтронов на рабочих места реакторов ИР-8, ОР-М и ускорителя У-150 показали, что спектры за защитой мало отличаются друг от друга. В дальнейшем на основе полученных спектров были выполнены расчеты поправок для индивидуальных дозиметров ДВГН-01, которые используются для индивидуального дозиметрического контроля в НИЦ «Курчатовский институт». Результаты работ были учтены при разработке и аттестации методики измерения [5].

Работа выполнена при поддержке А.Ю.Соколова (ген. Директора ООО «АПИ») и в рамках контракта ООО «АтомПромИнжиниринг» и НИЦ «Курчатовский институт».

Отдельная благодарность заведующему лабораторией ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА А.Г.Цовьянову за предоставленную возможность работы с SDMF-1206.

ССЫЛКИ:

1.«Дозиметрия. Определение индивидуальной эффективной дозы нейтронного излучения».

Методические указания МУ 2.6.5.052-2017. Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли. Том.5. Москва. 2018.

2. А.Г.Алексеев, В.А.Пикалов, О.В.Суманев, Е.В.Косьяненко, Г.И.Бритвич, Е.Г.Спиров, Н.В.Кирякова, С.А.Глазунов, В.В.Александров, С.Ф.Пономарев, А.П.Куликов, П.Ф.Масляев/ «Измерение спектров нейтронного излучения на рабочих местах разделительного производства завода по обогащению урана», журнал «АНРИ», №4, 2005г., стр.49-60.

3.Н.Н.Моисеев, А.В.Дидык/ Исследование сцинтилляционного спектрометра-дозиметра гамма-квантов и быстрых нейтронов/ Журнал АНРИ №4 2016 г.

4.Denise B. Pelowitz, MCNPX User's Manual Version 2.6.0, April 2008 LA-CP-07-1473.

5.СТО № 81632696-0003-2017. Методика измерений индивидуальных доз облучения фотонами и нейтронами персонала НИЦ «Курчатовский институт» с применением системы АКЖДК-301/302». Номер ФИФ: ФР.1.38.2018.29966" 26 мар 2018.

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ В КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКЕ

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.381](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.381)

Амирасланова Р. И.

Мингечаурский Государственный Университет

В Компьютерной Математике обработка, передача и использование данных предполагает определения типов данных. В Компьютерной Математике типы данных определены нижеследующим образом:

- 1.Целые числа
- 2.Рациональные числа
- 3.Символы
- 4.Логические типы данных состоящих из двух значений- (FALSE, TRUE)

В Базе Данных (БД), в наряду с приведенными основными типами наличествует нижеследующие вспомогательные типы:

- 1.Дата, число
- 2.Символьные типы данных с изменчивой длиной
- 3.Данные отображающие графические объекты, аудио, видео- информацию и другие специальные информации.

Как явствует из вышеизложенного типовая классификация данных выражает их внешние атрибуты, принадлежность данных к определенной группе объектов. Следует отметить, что в концепции Базы Данных (БД), в наряду с типовой классификацией важную роль играет выделение структурных особенностей данных. В свою очередь структурные особенности данных обозначены в понятии модель данных. В концептуальном содержании БД, модели данных классифицируются в категориях, определенных априори.

Модель данных обозначенных соответствующим образом в категориях и в их связях между собой именуется схемами. В общем случае независимо от типовых различий, информационные модели по существу отражают статистические или динамические свойства рассматриваемых предметов и процессов действительности. В свою очередь статистические

свойства данных выражают специфику построения данных.

Таким образом отражение статистических свойств, сводится к определению правил построения данных, которые в свою очередь предполагает сформировании соответствующих категорий, посредством атрибутов в их значений. В конечном итоге, манипулируя значениями атрибутов реализуется обозначение соответствующих ограничений в моделях данных.

Относительно же динамических свойств информационных моделей следует отметить, что в данном случае динамические свойства выражены посредством набора операций, производимых над данными. При этом в применении каждого из этих операций логическая структура баз данных остается неизменной. В свою очередь модели данных классифицированы нижеследующим образом:

1. Иерархические модели
2. Сетевые модели
3. Реляционные модели

Дадим краткую характеристику вышеприведенных видов моделей данных. Иерархические модели предполагают представление данных в виде упорядоченного графа и древо. Сетевой тип модели данных также основывается в представлении данных в виде граф.

Реляционный тип строения модели данных опирается на представлении данных посредством сравнительного анализа их структурных особенностей в виде таблиц. По существу Реляционные модели (РМ) выражают соотношения касающихся рассматриваемой области и характера их связей.

Важным элементом РМ является понятие отношение. Понятие отношение применяется для обозначения множество элементов именуемые Кортжем. По существу отношение выступает в виде двумерной таблицы состоящей из строк и столбцов. Здесь каждая строка состоит из областей обладающей идентичной структурой. В свою очередь строки таблицы именуется кортежом, а столбцы доменом РМ. Домен обладающий определенным названием называется атрибутом РМ. В данном случае таблица соответствует файлу, строка таблицы записям, а столбцы элементарным данным РМ. Следует отметить, что разработка и применение Реляционных моделей тесно связана с математической теорией, названной Алгеброй отношений. Применение концептуальных положений Алгебры отношений в разработке и применение РМ представляет возможность решения следующих задач.

1. Корректное определение свойств РМ

Проведение соответствующих операций над отношениями обозначенными в соответствующей РМ.

2. Создание соответствующих типов отношений содержащихся в заданной РМ.

Вкратце коснемся особенностей ПРМ. Основное предназначение ПРМ заключается в решении следующих задач.

- Обеспечение неприкосновенности данных ПРМ в содержащихся в таблицах

- Обеспечение целостности данных содержащихся в таблицах ПРМ.

- Наличие возможности расширения ПРМ.

- наличие возможности аналитической обработки многомерных моделей ПРМ.

Вышеназванные особенности ПРМ моделей связаны с востребованностью применения многомерных и объектно ориентированных моделей при разработке БД, содержания многомерных полифункциональных объектов. Следует отметить, что именно в силу модельного описания структурных свойств становится возможной разработка и применения целостной системы централизованного управления базами данных. Посредством Системы управления базами данных (СУБД) реализуется возможность определения информации и ее доставки потребителю в соответствии и сформулированным запросом.

В соответствии с вышеприведенным предназначением Системы управления базами данных (СУБД), обусловлены нижеследующие моменты ее функциональной характеристики.

1. Организация файлов БД.

2. Проведение необходимых коррекций БД.

3. Определение место нахождения данных в соответствии с запросами потребителя.

4. Обработка информации полученного посредством соответствующего потребительского запроса.

5. Определение выходных пределов информации полученных посредством потребительского запроса.

Получение информации в БД на основе потребительского запроса производится двояким способом.

- I. Получение искомой информации в БД посредством потребительского запроса, с применением соответствующей прикладной программы.

- II. Получение искомой информации потребителем во взаимодействии в диалоговом режиме с Системой управления базами данных (СУБД).

Рассмотрим каждый из вышеназванных способов получения информации из БД по потребительскому запросу. Получение информации из БД на основе потребительского запроса происходит в ходе реализации нижеуказанных этапов.

1. Формируется соответствующий потребительский запрос с целью получения искомой информации из БД.

2. Потребитель с помощью операционного языка SQL формирует запроса и обеспечивает его реализацию.

3. Пользователи, пользуясь блоками уравнения, таблицами, словарем данных в Системе управления базами данных (СУБД) определяет местонахождение искомой информации.

4. Пользователь обращается в операционную систему (ОС) для получения искомой информации.

5. По запросу пользователя в операционную систему (ОС) искомая информация считывается с памяти.

6. Искомая информация, считываемая с внешней памяти размещается в системных буферах Системы управления базами данных (СУБД).

7. Искомая информация соответствующим образом форматируется и переносится на соответствующий область прикладной программы.

8. Искомая информация с помощью прикладной программы размещается в терминале пользователя.

Как явствует из вышеизложенного в эксплуатации Базы данных (БД) важное место занимает обеспечение представление запроса в Базы данных (БД) посредством Системы управления базами данных (СУБД). В свою очередь представление запросов в Базу данных (БД) посредством применения Системы управления базами данных (СУБД), осуществляется в ходе последовательной реализации следующих этапов.

- Формирование пользовательского запроса на каком-либо языке программирования (SQL).

- Пользовательский запрос составленный соответствующим образом вводится в систему.

- Анализ пользовательского запроса введенного в систему при помощи.

Системы управления базами данных (СУБД).

- Анализ в Систему управления базами данных (СУБД) внешней схемы соответствующего пользовательского запроса и ее копии в концептуальной схеме.

- Анализ в Системе управления базами данных (СУБД) копии концептуальной схемы в физической схеме.

- Определение физической структуры искомой информации на основе проведенного анализа.

- Физические структуры определенные соответствующим образом размещаются в рабочей области памяти.

- Выполнение необходимых операций над данными определенными Системой управления базами данных (СУБД) вышеуказанным образом.

- Составление отчетов в соответствии с регламентом об информации полученным в ходе реализации вышеотмеченных процедур.

- Печатание отчетов составленных подобным образом.

Как явствует из вышеприведенной функциональной характеристики Системы управления базами данных (СУБД), организация запроса к Базе данных (БД), представляет собой в достаточной степени структурированную процедуру.

Важную роль в процессе определения данных играет системный каталог. Системный каталог представляет собой словарь данных и содержит в своем содержании нижеследующую информацию.

1. Описание схем внешнего, концептуального и физических уровней.

2. Описание взаимного копирования схем.

3. Описание регламентированных запросов

4. Описание взаимосвязи между регламентированными запросами и обрабатывающих их программами.

5. Формы отчета по запросам

6. Список пользователей

7. Информация об источниках информации

8. Информация о терминалах

Следует отметить, что в целом эксплуатация словаря данных проводится на основе соответствующего программного обеспечения. При этом реализация функции по определению данных на основе пользовательского запроса, их обработка и передача в распоряжении пользователей, предполагает выполнении ряда ниже следующих практических процедур.

1. Управление данными содержащими во внешней памяти

2. Управление буферами оперативной памяти

3. Управление транзакциями

4. Ведение соответствующих заметок в журнале Базы данных (БД)

5. Обеспечение целостности и безопасности Базы данных (БД).

Рассмотрим особенности реализации вышеуказанных процедур в отдельности.

В первую очередь рассмотрим особенности управления данными, расположенными во внешней памяти.

В первую очередь следует отметить, что управление данными во внешней памяти производится в следующих уровнях.

- Уровень управления ресурсами

- Алгоритмы управления данными.

Первый уровень управления данными во внешней памяти реализуется посредством управления файловой системы или же управлением самой высшей памяти.

Второй уровень управления данными во внешней памяти производится средствами и собственными методами Системой управления базами данных (СУБД).

Следует отметить, что операция по управлению буферами оперативной памяти, служит регулированию обмена данными между внешней и оперативной памятью.

Рассматривая вышеотмеченные особенности практических процедур, следует особо отметить специфическую роль ведения заметок в журнале Базы данных Системой управления базами данных (СУБД).

Базы данных (БД) в обеспечении цельности и безопасности данных.

Следует отметить, что в ходе реализации функционального предназначения Системы управления базами данных Системой управления базами данных (СУБД).

(СУБД) по составлению запросов, в определении искомой информации, важная роль принадлежит обеспечению целостности и безопасности данных.

При управлении БД посредством Системой управления базами данных (СУБД) широкое применение находят лингвистические средства.

В частности разработка и применение системных каталогов в свою очередь связана составлением и применением различных языков и словарей.

В Системе управления базами данных (СУБД) при определении структуры данных, а также их описания используются следующая перечень языков:

1. Языки применяемые для описания данных
2. Языки применяемые при проведение соответствующих операций над данными
3. Языки применяемые для разработки прикладных программ.

Рассмотрим каждый из названных языковых групп в отдельности.

Языки описание данных в Системе управления базами данных (СУБД) классифицированы следующим образом.

1. Языки применяемые в качестве средства общения
2. Языки применяемые для описания концептуальной схемы
3. Языки применяемые для описания внутренних схем

Приведем характеристику вышеназванных языковых групп.

Рассмотрим языковую группу, используемую в качестве средства общения.

В данном случае обозначена два специфического вида относительно данной языковой группы.

В первом случае применяемая языковая структура связана с ситуацией, когда пользователь выступает в качестве обособленного индивида.

В рассматриваемом случае язык общения с пользователем выступает двояким образом

- в качестве языка запроса
- в качестве языка специального назначения.

Здесь необходимо отметить, что в качестве языка обращения используется специальный язык запроса SQL.

В частности, с целью усиления обмен информацией между внешней памятью и оперативной памятью, оперативной памяти производится организация буферов для размещения данных.

Управление транзакциями в Системой управления базами данных (СУБД) предполагает обеспечение (неприкосновенности) неизменности последовательности операций произведенных в Базы данных (БД).

В данном случае, в соблюдении необходимой последовательности в процессе поиска, обработки и передаче результатов пользователю в Системе управления базами данных (СУБД) допускается изменение данных.

Управление транзакциями производится в рамках соответствующих условий.

Важным условием реализации транзакций заключается в соблюдение требований о целостном применении операций включенных в ее состав.

Другим важным условием транзакций является возможность параллельной эксплуатации БД пользователями.

Наконец при реализации транзакций в БД предполагается обеспечение сохранности результатов транзакций.

Одним из важных функций выполняемых Системой управления базами данных (СУБД) в ходе управления БД, связан с внесением изменений в журнал БД.

В данном случае ведение учета внесенных изменений в журнал Системы управления базами данных (СУБД) вызвана необходимостью обеспечения неприкосновенности данных в Базы данных (БД)

Таким образом, изменения, проведенные над данными в Базы данных (БД) автоматически фиксируется в журнале БД.

Как было отмечено ранее, обеспечение целостности и безопасности Базы данных (БД) является приоритетным условием его управления.

В свою очередь обеспечение целостности и безопасности данных предполагает защиты данных и прикладных программ.

Как явствует из вышеизложенного об основных технологических предпосылках функционирования Системой управления базами данных (СУБД) при управлении БД посредством Системы управления базами данных (СУБД) широкое применение находят лингвистические средства.

В частности разработка и применение системных каталогов в свою очередь связана составлением и применением различных языков и словарей.

В Системе управления базами данных (СУБД) при определении структуры данных, а также их описания используются следующая перечень языков:

1. Языки применяемые для описания данных
2. Языки применяемые при проведение соответствующих операций над данными
3. Языки применяемые для разработки прикладных программ.

Рассмотрим каждый из названных языковых групп в отдельности

I. Языки описание данных в Системой управления базами данных (СУБД).

Языки описания данных классифицированы следующим образом;

- Языки применяемые в качестве средства общения
- Языки применяемые для описания концептуальной схемы
- Языки применяемые для описания внутренних схем

Приведем характеристику вышеназванных языковых групп.

Рассмотрим языковую группу, используемую в качестве средства общения.

В данном случае обозначение два специфического вида относительно данной языковой группы.

В первом случае применяемая языковая структура связана с ситуацией, когда пользователь выступает в качестве обособленного индивида.

В рассматриваемом случае язык общения с пользователем выступает двояким образом

- в качестве языка запроса
- в качестве языка специального назначения.

Здесь необходимо отметить, что в качестве языка обращения используется специальный язык запроса SQL.

Языки специального назначения применяемые Системой управления базами данных (СУБД) в качестве языка общения составляется аналогично естественному языку.

Языки запроса специального назначения именуется диалоговыми языками.

Диалоговые языки обеспечивает интерактивную связь между базой и пользователем.

Второй вариант, применения языков общения связана с обращением пользователя в БД посредством БД

В данном случае языки общения с пользователем представляется как собственный язык самой системы.

В некоторых случаях язык общения с потребителем выступает в качестве какого-либо языка программирования. (Pascal, Basic и др.)

В случае описания концептуальной схемы представленной БД используются специфические программные языки или же специальный язык самой системы (CODASYL, QL и др.).

В рассматриваемом случае используемые языки программирования разрабатывается в виде файлов, записей и различных конструкций.

Следует отметить, что средство используемые в описании внутренней системы идентичны со средствами применяемые об описании концептуальной системы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Н.Н.Молчанов. «Машинные методы решения прикладных задач» Киев, 1987
- 2.В.П.Ильин «Вычислительная информатика. Открытые науки» Новосибирск. 1991
- 3.Окулов С.М., Задачи по программированию Moskva. 2006.
- 4.Ланпчик М.П. и др. Методика преподавания информатики. М., «АСАДЕМА», 2001

УДК

РАЗРАБОТКА БЛЮД РУССКОЙ КУХНИ И СОСТОВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕДА СБАЛАНСИРОВАННОГО ПО МИКРО И МАКРО ЭЛЕМЕНТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА

Баянов Константин Олегович

Научный руководители: Быченков Валерия Владимировна

ФГАОУВО «Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого»

Институт биомедицинских систем и биотехнологий

Кафедра Высшая школа биотехнологии и пищевых технологий

АННОТАЦИЯ

В последнее время наблюдается большой скачок технологий в приготовлении блюд, а также меняется понимание кулинарии в глазах гостей ресторанов. За последний год в России вырос спрос на сбалансированное питания. И грамотные рестораторы начинают при поддержке диетологов и консультантов по питанию создавать комплексные сбалансированные меню. Данная ситуация складывается по ряду причин: нехватка высокопрофессионального персонала, приоритет получения прибыли, качество обслуживания. Особенно требуется уделять внимание национальной русской кухне.

Ключевые слова: Русская кухня; Сбалансированное питания; Комплексный обед;

Кулинария, как и культура, меняется, трансформируется, развивается, совершенствуется под влиянием времени и технико-технологических изменений. Современные технологии проникли и в кулинарию, что привело к кардинальным изменениям в приготовлении и потреблении пищи. Анализируя влияние технологических изменений на общество в XXI веке, А. Гайворонская констатирует: «если сегодня, в информационную эпоху, мы управляем потоками информации, то в эпоху нанотехнологий мы сможем управлять потоками вещества на низком уровне, что в корне переворачивает сам принцип нашего существования» [1, с.145].

Оптимально подобранный рацион питания должен обеспечивать функциональную надежность всех систем организма, то есть ту динамическую

компоненту функциональных состояний, отражающую устойчивость и резервные возможности организма для обеспечения высокой профессиональной трудоспособности в любых, в том числе экстремальных условиях. Поэтому разработка состава рационов питания и новых видов биологически полноценных и сбалансированных продуктов является важной задачей для ученых и практиков в этой сфере деятельности.

Достичь повышения сбалансированности и усовершенствовать качество питания можно с помощью инновационных технологий производства блюд русской кухни в индустрии ресторанного бизнеса. За последний год в России вырос спрос на сбалансированное питания. И грамотные рестораторы начинают при поддержке

диетологов и консультантов по питанию создавать комплексные сбалансированные меню. Наш организм в определенный период дня, должен получать свою норму. А именно на основе циркадных ритмов можно определить самые оптимальные приемы пищи: завтрак 30% на обед 30% ужин 20% и перекусы между ними: утренний 8% дневной 7% и вечерний это 5%. Для того чтобы человек получал необходимую норму питательных веществ, поскольку в каждый прием пищи необходимо получать 114 питательных элементов, а это вода, клетчатка, белки, жира, углевода, витамина и минерале. Поскольку на данный период времени необходимо производить обогащения пищевых продуктом.

Обогащения пищевых продуктов-это пищевые продукты в которых добавлена одна или несколько пищевых или биологических активных веществ - (БАВ), и про биотические микроорганизмы не присутствующих в данном продукте ранние, либо присутствующих в недостаточном.

При этом гарантировано изготовителем содержания каждого пищевого или БАВ использованного для обогащения.

Обогащения является вмешательством в традиционно сложившимся структуру питания человека, поэтому требуется серьезная научное обоснования и проверенных принципов. общей особенностью обогащенных продуктов является то, что в качестве носителя используют традиционные продукты питания, как массового потребления так и специализированного назначения. От суда следует создания новых блюд с пищевой ценностью по микро и макро элементов.

Целью данной статьи является исследование и разработка с использованием инновационных технологии производства блюд русской кухни в индустрии ресторанного бизнеса.

Сбалансированное питания необходимо для того, чтобы организм получал постоянно все питательные вещества, а именно микро и макро элементы (витамины и минералы, белки, жиры, углеводы). Нами изучены 5 блюд русской старинной кухни и приведены к комплексному обеду в рационе людей, с целью максимизации питательных веществ.

Названия блюд русской кухни разрабатываемого комплексного обеда, приведены в табл. 1.

Таблица 1

НАЗВАНИЯ БЛЮД РУССКОЙ КУХНИ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕДА, КОТОРЫЕ БЫЛИ ИЗМЕНЕНЫ НА БЛЮДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННОГО СЫРЬЯ И ТЕХНОЛОГИЙ

| № п/п | Раздел | Наименование |
|-------|--------------|---|
| 1 | Закуски | Слайсы из свёклы и кубиками сметаны |
| 2 | Салаты | Салат борщ |
| 3 | Суп | Рыбный суп |
| 4 | Второе блюдо | Говядина в грибном соусе с картофельным пюре в бородинской крошке |
| 5 | Десерты | Повариха заваруха с сметанным соусом и яблок |

Также нами проведена дегустационная оценка разработанных блюд и определен комплексный показатель качества для каждого блюда (табл. 2 рис.1).

Таблица 2

ДАННЫЕ ПРОВЕДЕННОЙ ДЕГУСТАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ АНАЛИЗИРУЕМЫХ БЛЮД

| Наименование блюда | Средний бал по показателям | | | | | Комплексный показатель качества блюда |
|---|----------------------------|------|-------|--------------|-------------|---------------------------------------|
| | Вкус | Цвет | Запах | Консистенция | Внешний вид | |
| Слайсы из свёклы и кубиками сметаны | 4,6 | 4,4 | 3,8 | 4,8 | 4,7 | 0,445 |
| Салат борщ | 4,6 | 4,7 | 4,5 | 4,8 | 4,8 | 0,466 |
| Рыбный суп | 4,5 | 4,7 | 4,6 | 4,5 | 4,7 | 0,458 |
| Говядина в грибном соусе с картофельным пюре в бородинской крошке | 4,5 | 4,1 | 4,3 | 4,5 | 4,4 | 0,600 |
| Повариха заваруха с сметанным соусом и яблок | 4,6 | 4,5 | 4,7 | 4,7 | 4,8 | 0,464 |

Показатели качества разработанных блюд комиссия (состоящая из 10 человек) оценивает в такой последовательности: внешний вид, цвет,

запах, консистенция, вкус. Указывают общее количество опробованных блюд и изделий, в том числе получивших наивысшую оценку – 5 баллов.

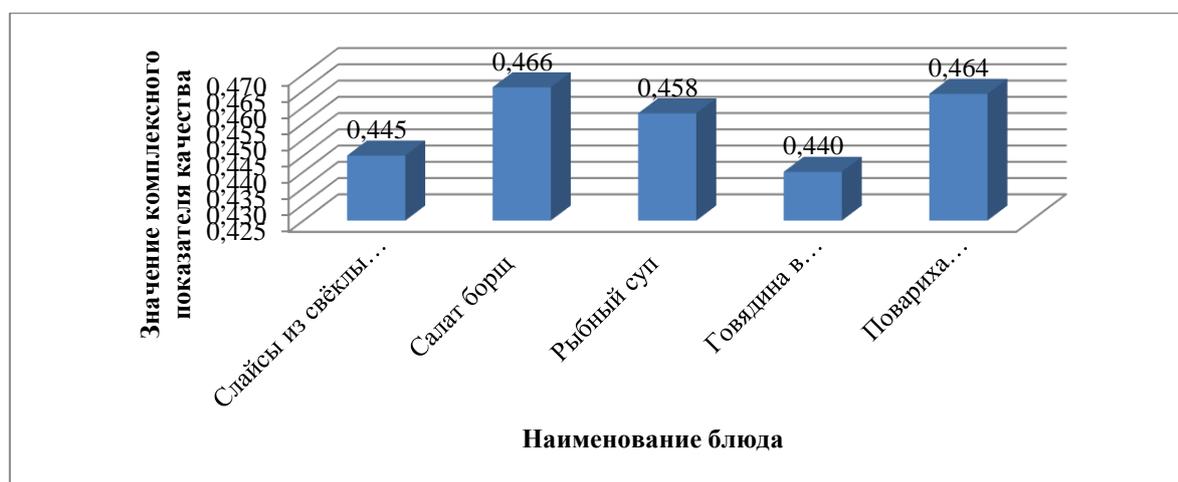


Рисунок 1 – Значение комплексного показателя качества для каждого блюда

Данные по содержанию микро- и макроэлементов комплексного обеда приведены в табл. 3.

Таблица 3

ДАННЫЕ ПО СОДЕРЖАНИЮ МИКРО- И МАКРОЭЛЕМЕНТОВ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕДА

| Наименование блюда | Выход, г | Белки, г | Жиры, г | Углеводы, г | К | Na | Mg | P | Fe | ЭЦ, ккал |
|---------------------------------------|------------------|----------|---------|-------------|--------|--------|-------|--------|------|----------|
| Слайсы из свёклы и кубиками сметаны | 70/45/50 | 5,7 | 12,7 | 16,0 | 545,0 | 1006,8 | 54,7 | 145,4 | 2,2 | 217,4 |
| Салат борщ | 225 | 24,3 | 33,3 | 30,2 | 927,8 | 2008,3 | 122,9 | 379,8 | 11,2 | 523,1 |
| Рыбный суп | 250 | 11,8 | 3,5 | 10,8 | 516,2 | 427,8 | 42,0 | 154,8 | 1,2 | 134,7 |
| Говядина в грибном соусе | 200/100/20 | 54,9 | 35,5 | 33,9 | 1227,7 | 377,3 | 65,5 | 404,6 | 8,5 | 598,8 |
| Повариха заваруха со сметанным соусом | 120/50/45/2/16/5 | 7,7 | 16,3 | 106,1 | 385,1 | 39,0 | 44,8 | 160,3 | 3,5 | 608,9 |
| Итого | | 104,4 | 101,3 | 197,1 | 3601,7 | 3859,2 | 329,8 | 1244,8 | 26,6 | 2083,0 |

Таким образом, согласно расчетам разработанный комплексный обед компенсирует половину суточной нормы в питательных веществах для организма человека, кроме жиров. В обеде присутствует максимальное количество жиров, поэтому необходимо рекомендовать употреблять на завтрак и ужин нежирные продукты. Так же данный обед подходит людям с высоким метаболизмом, поскольку общая калорийность может у большинства людей быть меньше чем рассчитанный обед.

Список использованных источников

1. Гайворонская А. А. Нанотехнологическая ситуация общества и века [Текст] / А. А. Гайворонская // Философия науки: традиции и инновации, 2013.- № 2 (8) - С.141-149.
2. Доцяк, В. С. Технология приготовления пищи с основами товароведения продовольственных товаров [Текст]: учебник для

проф.-техн. учеб. заведений / В. С. Доцяк - М.: Наше время, 2014 - 400 с.

3. Основы технологий производства в отраслях народного хозяйства [Текст]: учеб. пособие / Е. П. Желиба, Д. В. Анопко, В. М. Буслик и др. - М.: Кондор, 2015 - 716 с.

4. Похлебкин, В. В. Тайны хорошей кухни. [Текст] / В. В. Похлебкин. - М.: Мол. Гвардия, 1979. - 190 с.

5. Похлебкин, В. В. Кухня века [Текст] / В. В. Похлебкин. - М.: Полифакт. Итоги века, 2015. - 667 с.

6. Веселов Ю.В. Современная социальная система питания // Журнал социологии и социальной антропологии. 2015. Т. XVIII, № 1 (78). С. 68-82.

7. Кравченко С.А. Социокультурная динамика еды: риски, уязвимости, востребованность гуманистической биополитики. - М.: МГИМО Университет, 2014. - 198 с.

ПРОБЛЕМЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Говоров Дмитрий Игоревич

*Аспирант каф. «Металлорежущие станки и инструменты»,
Брянский государственный технический университет, г. Брянск*

Хандошко Александр Владимирович

*Доктор техн. наук, профессор каф. «Металлорежущие станки и инструменты»,
Брянский государственный технический университет, г. Брянск*

Говоров Игорь Витальевич

*Доктор техн. наук, доцент,
Брянский государственный технический университет, г. Брянск*

PROBLEMS OF TRANSFORMATION OF OPERATIONAL PROPERTIES OF CUTTING TOOL AT STAGES OF LIFE CYCLE

Govorov D.I.

*Graduate student of the department «Metal cutting machines and tools»,
Bryansk state technical university, Bryansk*

Handozhko A.V.

*Doctor of engineering, professor of the department «Metal cutting machines and tools»,
Bryansk state technical university, Bryansk*

Govorov I.V.

*Doctor of engineering, associate professor,
Bryansk state technical university, Bryansk*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена проблема несоответствия эксплуатационных свойств, закладываемых при проектировании инструмента и фактически достигаемых в процессе его эксплуатации. Нивелировать отмеченные несоответствия возможно при одноступенчатом решении технологической задачи. Такой подход заключается в выборе (расчете, назначении) технологических режимов изготовления инструмента, изначально ориентированных на обеспечение требуемых значений его эксплуатационных свойств. Широкое внедрение предлагаемого решения сдерживается отсутствием в большинстве случаев моделей (зависимостей), адекватно описывающих взаимосвязь эксплуатационных свойств режущего инструмента с условиями его изготовления.

ABSTRACT

The problem of non-conformity of operational properties, which are laid down during the design of the tool and actually achieved under the tool operation, is considered. It is possible to reduce the noted inconsistencies at one-step technological solution. The approach includes selection (calculation, assignment) of technological modes for manufacturing the tool, which are initially orientated towards providing the required indexes of its operational properties. The wide implementation of the proposed solution is restrained by the absence in most cases of models (dependencies) that adequately describe the interrelation between the operational properties of the cutting tool and its manufacturing conditions.

Ключевые слова: жизненный цикл инструмента, металлорежущие инструменты, одноступенчатое решение технологической задачи, подготовка производства, эксплуатационные показатели.

Keywords: life cycle of the tool, metal-cutting tools, single-stage technological solution, production preparation, operational indicators.

Одна из наиболее актуальных проблем современной российской промышленности связана с освоением производства широкой номенклатуры металлорежущего инструмента (в т.ч. из наноструктурных материалов, твердых сплавов и др.) при обеспечении отечественных инструментальных производств (различных по форме и масштабам) необходимыми технологиями и оборудованием для изготовления и сопровождения всего жизненного цикла этого инструмента.

Развитие инструментальных производств в последние годы обусловлено жесткой конкуренцией на мировых рынках и связано с необходимостью оперативного освоения выпуска

высококачественной продукции в условиях ограниченных материальных и финансовых ресурсов.

Изготавливаемые специализированными предприятиями (структурными подразделениями машиностроительных предприятий) металлорежущие инструменты должны обладать не только высокими потребительскими свойствами, но и способностью гарантированно сохранять их в течение регламентированного срока эксплуатации при минимально возможных затратах на обслуживание и ремонт.

В свою очередь, эксплуатационные свойства металлорежущего инструмента (износостойкость, режущие свойства, теплостойкость,

жаропрочность, коррозионная стойкость), определяя во многом его потребительские свойства, представляют собой совокупность показателей, количественно характеризующих взаимодействие данного инструмента с обрабатываемыми деталями и внешней средой. Их конструкторское, технологическое и организационное обеспечение позволяет инструменту выполнять декларируемые функции в течение установленного срока службы.

Очевидно, что эксплуатационные свойства инструмента определяются, прежде всего, его функциональным назначением. При этом характерная особенность эксплуатационных свойств заключается в том, что они являются

исходными данными для проектирования инструмента, с одной стороны, и результатом его производственного освоения (фактически критерием качества инструмента) – с другой. В связи с этим возникает объективная необходимость комплексного обеспечения тождества

$$\{\mathcal{E}_i^k\} \cong \{\mathcal{E}_i^{\phi}\}, \quad (1)$$

где $\{\mathcal{E}_i^k\}$ – совокупность (массив) эксплуатационных свойств, закладываемых конструктором при проектировании инструмента; $\{\mathcal{E}_i^{\phi}\}$ – совокупность (массив) эксплуатационных свойств, фактически обеспечиваемых при изготовлении инструмента и проявляемых в процессе его применения.

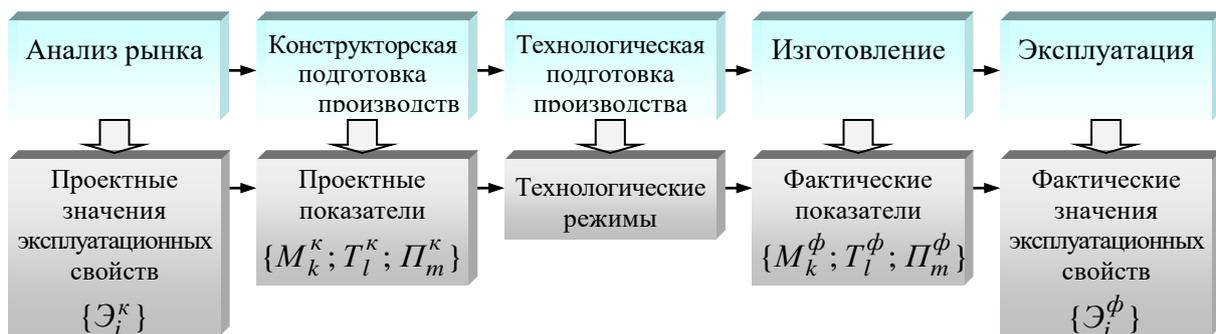


Рисунок. Формирование фактических эксплуатационных свойств режущего инструмента

Ключевая проблема организационно-технического обеспечения тождества (1) связана с тем, что в соответствии с принципами опережающего проектирования промышленных изделий [1, 2] планируемые эксплуатационные показатели должны быть выше фактических (а иногда и проектных) показателей аналогичных инструментов-конкурентов. В то же время современные производства (даже высокоэффективные зарубежные) далеко не всегда оказываются готовыми к оперативному освоению новой продукции. По этой причине в процессе трансформации $\{\mathcal{E}_i^k\} \rightarrow \{\mathcal{E}_i^{\phi}\}$ возникает ряд ограничений и отступлений, приводящих в итоге к созданию неконкурентоспособного инструмента.

Структурная схема трансформации $\{\mathcal{E}_i^k\} \rightarrow \{\mathcal{E}_i^{\phi}\}$ в процессе жизненного цикла инструмента приведена на рисунке.

Мероприятия технического маркетинга, включающие анализ состояния и тенденции рынка конкретного режущего инструмента, направлений развития ведущих в данной области зарубежных и отечественных компаний, а также собственных производственных возможностей и ограничений, позволяют сформировать пул проектных значений эксплуатационных свойств $\{\mathcal{E}_i^k\}$ разрабатываемого инструмента.

На этапе конструкторской подготовки производства на основе массива требуемых эксплуатационных свойств инструмента $\{\mathcal{E}_i^k\}$ формируются массивы, характеризующие:

– прочность и упругопластические свойства применяемого инструментального материала $\{M_k^k\}$;

– точность исполнения геометрических размеров инструмента $\{T_l^k\}$;

– состояние поверхностного слоя инструмента $\{\Pi_m^k\}$ (для основных функциональных поверхностей).

Таким образом, правая часть тождества (1) на этапе проектирования инструмента подменяется совокупностью перечисленных показателей:

$$\{\mathcal{E}_i^k\} \cong \{M_k^k; T_l^k; \Pi_m^k\}. \quad (2)$$

Конкретный набор показателей M_k^k , T_l^k и Π_m^k , соответствующих установленным эксплуатационным свойствам \mathcal{E}_i^k , определяется, как уже отмечалось, функциональным назначением конкретного режущего инструмента. Для их выбора (назначения, расчета) можно использовать многочисленные рекомендации, полученные отечественными учеными и приведенными, например, в работах [3 - 5]. При этом следует иметь в виду, что ошибки и неточности, допущенные на этом этапе, приводят к неадекватному выполнению тождества (2), т.е. к конструкторской дискредитации изделия (нарушению конструкторского замысла).

На следующем этапе в процессе технологической подготовки производства на базе массива $\{M_k^k; T_l^k; \Pi_m^k\}$ должны быть выработаны технологические условия изготовления инструмента, т.е. выполнено технологическое обеспечение показателей прочности инструмента (M_k^k), точности его геометрических размеров (T_l^k) и состояния его поверхностного слоя (Π_m^k). Отмеченные условия с качественной стороны характеризуются перечнем используемых

(доступных) технологий, а с количественной – соответствующими режимами.

На этапе изготовления режущего инструмента при использовании выбранных технологических режимов происходит формирование фактических значений показателей M_k^{ϕ} , T_l^{ϕ} и Π_m^{ϕ} с целью адекватного обеспечения тождества:

$$\{M_k^{\phi}; T_l^{\phi}; \Pi_m^{\phi}\} \cong \{M_k^{\phi}; T_l^{\phi}; \Pi_m^{\phi}\}. \quad (3)$$

Значения фактических показателей могут отличаться от установленных на этапе проектирования по следующим причинам:

- замена материала более доступным (дешевым) аналогом;
- необоснованно выбранные технологические методы обработки;
- ошибки в назначении технологических режимов изготовления;
- нарушение технологической дисциплины производства;
- наличие скрытых дефектов материала;
- невыявленный брак изготовления.

И хотя в условиях высокотехнологичного производства влияние этих факторов должно быть сведено к минимуму, их даже незначительное проявление приводит к технологической (производственной) дискредитации изготовленного инструмента. При этом следует отметить, что в схеме трансформации $\{\mathcal{E}_i^{\phi}\} \rightarrow \{\mathcal{E}_i^{\phi}\}$ рассматриваемое звено в большинстве случаев является наименее слабым и наиболее управляемым. Основная же проблема связана с ограничением используемых (доступных производителю) ресурсов (материальных, финансовых и трудовых).

В процессе эксплуатации инструмента у потребителя происходит формальный переход от множества показателей $\{M_k^{\phi}; T_l^{\phi}; \Pi_m^{\phi}\}$, сформированных на этапе изготовления, к фактическим значениям эксплуатационных свойств $\{\mathcal{E}_i^{\phi}\}$:

$$\{M_k^{\phi}; T_l^{\phi}; \Pi_m^{\phi}\} \cong \{\mathcal{E}_i^{\phi}\}. \quad (4)$$

Несоответствия, приводящие к нарушению тождества (4) (эксплуатационная дискредитация изделия), вызваны преимущественно двумя видами нарушений:

- отступлением от правил эксплуатации инструмента;
- несоблюдением установленных требований к его техническому обслуживанию и ремонту.

Таким образом, становится очевидным, что в процессе реализации основных этапов жизненного цикла инструмента – «проектирование – изготовление – эксплуатация» – происходит крайне нежелательная подмена проектных значений эксплуатационных свойств (\mathcal{E}_i^{ϕ}) фактическими (\mathcal{E}_i^{ϕ}), что приводит к изготовлению инструмента с отступлениями (иногда скрытыми) от технологических и экономических показателей, а в итоге к созданию неконкурентоспособной инструментальной продукции.

Для рационального обеспечения тождества (1) на этапах проектирования (конструкторского и технологического) режущего инструмента представляется целесообразным выполнение следующего комплекса мероприятий:

1. Объективно обосновать проектные значения эксплуатационных свойств.

При этом следует учитывать, что каждое значение из множества $\{\mathcal{E}_i^{\phi}\}$ должно быть:

- а) измеримым: иметь однозначную количественную характеристику, которую можно контролировать доступными методами;
- б) достижимым: соответствовать существующим и перспективным технологическим возможностям современного производства (конкретного производителя);
- в) взаимоподдерживающим: не противоречить другим эксплуатационным свойствам инструмента, а также требуемым значениям эксплуатационных свойств применяемого оборудования и технологической оснастки.

Естественно, что отмеченные требования должны устанавливаться и выполняться с учетом перспективного развития науки и техники. Это объясняется тем, что освоение серийного инструментального производства, как правило, должно пройти три стадии:

– техническое освоение: подтверждает принципиальную возможность производства в конкретных технологических и организационных условиях инструмента с заданными эксплуатационными свойствами;

– производственное освоение: подтверждает возможность стабильного воспроизводства в конкретных технологических и организационных условиях инструмента с заданными эксплуатационными свойствами;

– экономическое освоение: соответствует таким технологическим и организационным условиям, при которых изготавливаемый инструмент обладает заданными эксплуатационными свойствами при минимально возможном уровне затрат на изготовление.

На каждой из перечисленных стадий могут быть внесены определенные изменения как в массив $\{M_k; T_l; \Pi_m\}$, так и в значения эксплуатационных свойств $\{\mathcal{E}_i\}$. В связи с этим следует заметить, что существующий временной разрыв между конструкторским замыслом и организацией серийного производства режущего инструмента играет и определенную положительную роль, так как в течение этого периода времени, как правило, появляются технологические и организационные решения, позволяющие реализовать заложенные в инструменте эксплуатационные показатели, не достижимые производственно и экономически в современных условиях (условиях проектирования).

2. Установить пределы допустимых отклонений $[\Delta \mathcal{E}_i]$ значений эксплуатационных свойств.

Если фактическое значение i -го эксплуатационного свойства \mathcal{E}_i^ϕ оказывается в рамках принятых пределов допустимых отклонений, следует считать, что проектное значение соответствующего эксплуатационного свойства \mathcal{E}_i^k обеспечено, т.е.

$$\mathcal{E}_i^\phi = \mathcal{E}_i^k \pm [\Delta\mathcal{E}_i].$$

Очевидно, что в условиях технической неопределенности величина предельно допустимых отклонений значений эксплуатационных показателей может быть определена в терминах «не более» или «не менее». Однако в этом случае велика вероятность нерационального использования производственных ресурсов.

3. Выработать управляющие воздействия для случаев

$$\Delta\mathcal{E}_i^\phi > [\Delta\mathcal{E}_i],$$

где $\Delta\mathcal{E}_i^\phi$ – фактическое отклонение получаемого значения i -го эксплуатационного свойства от проектного.

При этом должны быть предусмотрены два варианта:

– установлено слишком высокое значение эксплуатационного свойства, достичь которое в конкретных производственных условиях в ближайшем будущем невозможно;

– неадекватное выполнение тождеств (2-4).

Очевидно, что в первом варианте целесообразно пересмотреть планируемое значение i -го эксплуатационного свойства \mathcal{E}_i^k или внести изменения в конструкцию инструмента, после чего повторить проектные мероприятия.

Разрешение проблем второго варианта связано с выявлением конкретного несоответствия в преобразовании проектного значения i -го эксплуатационного свойства инструмента в фактически получаемое ($\mathcal{E}_i^k \rightarrow \mathcal{E}_i^\phi$), определением соответствующих причин и разработкой мероприятий по их устранению.

Следует отметить, что эффективное решение большинства проблем, сопровождающих организационно-техническое обеспечение тождества (1), возможно при сокращении числа промежуточных звеньев в цепи трансформации $\{\mathcal{E}_i^k\} \rightarrow \{\mathcal{E}_i^\phi\}$. Это достигается при одноступенчатом решении технологической задачи [6 - 8], когда на базе математических моделей (теоретических или экспериментальных) формируется комплекс технологических режимов (взаимосвязанных условий) изготовления изделия, непосредственно ориентированных на достижение его требуемых эксплуатационных свойств $\{\mathcal{E}_i^k\}$, а не набора

значений из промежуточных массивов $\{M_k^k\}$, $\{T_l^k\}$ и $\{P_m^k\}$.

Одноступенчатое решение задачи технологического обеспечения эксплуатационных свойств инструмента позволяет:

выбирать оптимальные условия изготовления по критериям качества и себестоимости;

сократить время, затрачиваемое на проектирование;

снизить количество ошибок проектирования и повысить его надежность;

выявлять технологические пути повышения эксплуатационных свойств.

Активное внедрение такого подхода в процессы проектирования и изготовления режущих инструментов на отечественных предприятиях сдерживается отсутствием доступной информации о существующих зависимостях, адекватно описывающих взаимосвязь эксплуатационных свойств режущего инструмента, прежде всего его износостойкость, с условиями его обработки и опыте их применения в практической деятельности.

Список литературы:

1. Колобов А.А., Омельченко И.Н., Бром А.Е. Интегрированная логистическая поддержка жизненного цикла наукоемкой продукции / под ред. А.А. Колобова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 296 с.
2. Кочетов В.В., Колобов А.А., Омельченко И.Н. Инженерная экономика: учебник / под ред. А.А. Колобова, А.И. Орлова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 668 с.
3. Рыжов Э.В., Суслов А.Г., Федоров В.П. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин. М.: Машиностроение, 1979. – 175 с.
4. Сулима А.М., Шулов В.А., Ягодкин Ю.Д. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин. М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.
5. Суслов А.Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей. М.: Машиностроение, 1987. – 208 с.
6. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник для машиностр. спец. вузов. М.: Машиностроение, 2004. – 400 с.
7. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 2002. – 684 с.
8. Суслов А.Г., Федоров В.П., Горленко О.А. и др. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений / под общ. ред. А.Г. Суслова. М.: Машиностроение, 2006. – 448 с.

**МУЛЬТИАГЕНТНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМ
КАРЬЕРНЫМ ТРАНСПОРТОМ**DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.379](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.379)*Дерябин С.А.**НИТУ МИСиС,**заведующий лабораторией кафедры АСУ,**г. Москва**Зыков С.В.**Профессор, д.т.н., НИУ ВШЭ, п**рофессор департамента программной инженерии,**г. Москва**Микитенко И.И.**К.т.н., НИТУ МИСиС,**доцент кафедры АСУ,**г. Москва***АННОТАЦИЯ**

Статья посвящена проблеме создания интеллектуальных систем управления транспортными средствами при добычи минерального сырья открытым способом. Сформулированы основные принципы, лежащие в основе этих систем. Обсуждаются некоторые вопросы архитектуры, типов и свойств агентов (горное оборудование и компоненты инфраструктуры). Рассмотрены некоторые подходы к созданию моделей агентов и основных классов моделей, основанные на постоянном мониторинге горного оборудования (большегрузных самосвалов) с учетом Правил безопасности. Обсуждаются также проблемы машинного обучения и согласованного поведения в мультиагентной транспортной системе.

ABSTRACT

This article is focused on the problem of intelligent control systems creation for open pit mines transport facilities. Main principles, underlying the base of this systems, are formulated. Some questions of architectures, types and properties of agents (mining equipment and infrastructure components) are discussed. Some approaches to the creation of models of agent and main classes of models, based on permanent monitoring of mining equipment (heavy trucks), taking into account on Rules of Safety, are considered. The problems of machine learning and coordinated behavior in multiagent mine transportation system are also discussed.

Ключевые слова: открытые горные работы, горнотранспортный комплекс, интеллектуальная система управления, агентские системы, сущность, расчетные модели.

Keywords: open pit mines, mining transport system, intellectual control system, agent systems, entity, calculating models

Введение

Разработка месторождений и добыча полезных ископаемых ведется, в основном в регионах, которые, характеризуются слабой транспортной и социальной инфраструктурой и неблагоприятными климатическими условиями. Перечисленные особенности существенно влияют на безопасность труда, рентабельность и конкурентоспособность горнодобывающих предприятий. Поэтому сегодня создание безлюдных технологий освоения месторождений является реальном трендом развития горной промышленности [4, 7, 10]. В этой связи особую значимость приобретает развитие методов и средств автоматизации, программно-технических систем контроля состояния технологического оборудования, разработка оригинальных моделей управления горно-технологическими процессами.

Важнейшим элементом этой технологии является процесс транспортировки горной массы с использованием роботизированной карьерной техники [2, 4, 10]. Инжиниринговые компании, такие как Modular Mining Systems, Wenco Mining Systems, Micromine, Vist Robotics и др., совместно с производителями горнодобывающей техники, ведут активные разработки в этой области и осуществляют пилотные проекты по реализации

автономных перевозок на открытых горных работах: от внедрения несколько единиц до целого парка беспилотной техники горнотранспортного комплекса (ГТК).

Основы интеллектуального управления ГТК

Необходимо отчетливо представлять себе, что, несмотря на значительный прогресс, достигнутый в развитии безлюдного автотранспорта, многие методы и подходы, разработанные для управления группой мобильных роботов (в частности, методы «группового взаимодействия» автономных агентов [2, 3, 5]), должны быть существенно переработаны и адаптированы к особенностям мобильных объектов (МО) ГТК [6, 10]. Дело в том, что функционирование этих объектов происходит в сложных и опасных технологических условиях, их поведение детерминировано горно-геологическими и постоянно изменяющимися во времени технологическими условиями рабочей среды, а правила поведения регламентируются официальными нормативными документами [1, 4, 9].

В целом, можно выделить несколько отличительных особенностей мультиагентной горнотранспортной системы [8]:

1. Разнотипность агентов (гибридная МА-система).
2. Нестационарность технологической среды.
3. Наличие жестких регламентов и четких схем осуществления технологических операций.
4. Отсутствие универсального критерия оптимизации функционирования системы.
5. Использование при планировании работ и управлении процессами значительного числа эмпирических и экспертных правил.

Очевидно, что управление комплексом роботизированного оборудования различного функционального назначения выдвигает ряд новых по сравнению с классическим АСУ ТП задач. При этом необходимо в условиях отсутствия очевидных критериев оптимальности найти непростой баланс между действиями отдельного агента и взаимодействием агентов при решении конкретной технологической задачи [3, 6, 8]. В связи с этим, для построения управления семейством роботизированных объектов горнотранспортного комплекса, способных работать в автономных режимах, необходимо выполнение следующих условий:

1. Оборудование сенсорного комплекса мобильных объектов.
2. Наличие устройств и систем автоматики, обеспечивающих работоспособность мехатронных систем.
3. Разработка интеллектуальной системы принятия решений.
4. Разработка комплекса вычислительных моделей и алгоритмов для решения ряда функциональных задач:
 - идентификация состояния технологической среды;
 - диагностика узлов и агрегатов мобильных объектов;
 - прогнозирование согласованного перемещения объектов ГТК.

Следует отметить, что в настоящее время, задачи, связанные с пп. 1 и 2 успешно решаются на практике. Наши исследования, главным образом связаны с разработкой алгоритмов, компьютерных программ и поиском платформенных решений для задач пп. 3 и 4.

Агенты и их взаимодействие

Основной целью интеллектуального управления работой карьера является осуществление процессов добычи минерального сырья с минимальным присутствием производственного персонала в рабочих зонах в ходе осуществления следующих транспортно-технологических операций:

- следование автосамосвала по дороге от пункта погрузки до пункта разгрузки;
- загрузка самосвала экскаватором в пункте погрузки;
- разгрузка самосвала в пункте разгрузки;
- выезд автосамосвала с пункта стоянки на технологическую дорогу в соответствии с рабочим заданием;
- движение самосвала по маршруту.

На этапе концептуальной постановки задачи, были выделены 4 группы агентов:

A1. Мобильные транспортные объекты (большегрузные а/с, вспомогательные транспортные средства – дорожные машины различного назначения).

A2. Условно стационарные технологические объекты (экскаваторы, мобильные буровые установки).

A3. Координатор (супервизор): диспетчерская система комплекса программно-аппаратных инструментов контроля, планирования ведения работ и управления.

A4. Технологическая среда: карьерные дороги, борта карьера, экскаваторные и разгрузочные площадки.

Отметим, что первоначально мы планировали рассматривать инфраструктурные объекты, как активные элементы мультиагентной среды. К ним, в частности, относятся:

a. Агент «экскаваторная площадка»

Ограничения, накладываемые правилами безопасности, определяют сценарии поведения мобильного агента и агента «пункт погрузки» от момента подачи автосамосвала под погрузку, до выезда с территории пункта. Весь цикл автосамосвала на территории пункта погрузки состоит из нескольких фаз: ожидание разрешения въезда на территорию; ожидание разрешения подачи под погрузку; ожидание разрешения на выезд с территории. В интеллектуальной системе цикл автосамосвала описывается как коммуникация внутренних сценариев двух агентов с использованием стека соответствующих протоколов.

b. Агент «площадка разгрузки»

Как и в предыдущем примере ограничения, накладываемые правилами безопасности, определяют сценарии поведения мобильного агента и инфраструктурного агента «пункт разгрузки» от момента въезда автосамосвала на территорию пункта и до его выезда с территории.

c. Агент «дорога»

Перемещение автосамосвала между пунктами погрузки/разгрузки осуществляется по технологическим дорогам. Агент «дорога» характеризуется рядом технологических показателей, таких, как:

1. Скорость движения на которую рассчитана трасса.
2. Допустимая масса и габариты подвижного состава.
3. Пропускная способность.
4. Интенсивность движения – количество транспортных средств, проходящих через данное сечение дороги в единицу времени.

На этапе моделирования и разработки прототипа интеллектуальной системы управления ГТК было принято решение упростить возможные сценарии взаимодействия объектов ГТК и не рассматривать инфраструктурные элементы в качестве самостоятельных агентов, передав решение их потенциальных задач ядру

диспетчерской системы – агенту супервизору.

Агент «Координатор»(супервизор)

Основная функция этого агента: контроль и учет перемещения автосамосвалов по дорогам между технологическими пунктами (пунктами погрузки/разгрузки). По существу, речь идет о функции центрального планирования действий всей системы, включающей:

1. Ведение цифровой пространственной модели всех стационарных объектов.
2. Позиционный мониторинг всех перемещающихся объектов.

3. Выдача оперативных заданий автосамосвалам. Это включает в себя – назначение маршрута от пункта погрузки до пункта разгрузки и передачу автосамосвалу маршрута перемещения.

4. Отслеживание исполнения объектами требований «Правил безопасности ведения горных работ».

5. Учет работы автосамосвалов и оптимизация планов использования автосамосвалов.

Таким образом, схема обмена информацией в МА-системе существенно упрощается (Рисунок 1)

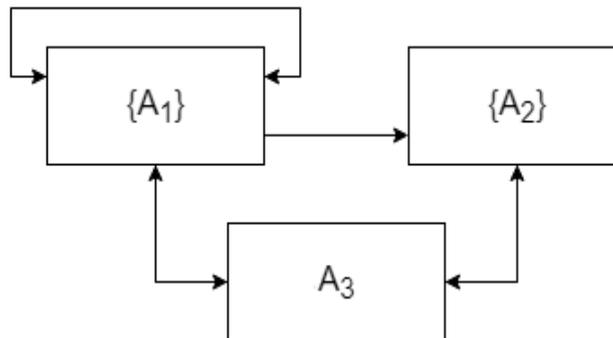


Рисунок 1. Схема взаимодействия объектов и групп горнотранспортной МА-системы: $\{A_1\}$: мобильные транспортные агенты, $\{A_2\}$: – условно-стационарные технологические объекты, A_3 : – координатор (супервизор).

В целом, процессы автономного перемещения и согласованного взаимодействия объектов горнотранспортного комплекса при реализации различных технологических задач можно описать с помощью различных типов вычислительных моделей и алгоритмов, формирование и функционирование которых связано с обработкой

больших объемов сенсорной и, при необходимости, экспертной информации. В процессе разработки прототипа ИСУ ГТК была сформирована общая функциональная схема взаимодействия основных компонентов системы (Рисунок 2), на основе которой разрабатывались соответствующие модели, алгоритмы и программные модули.

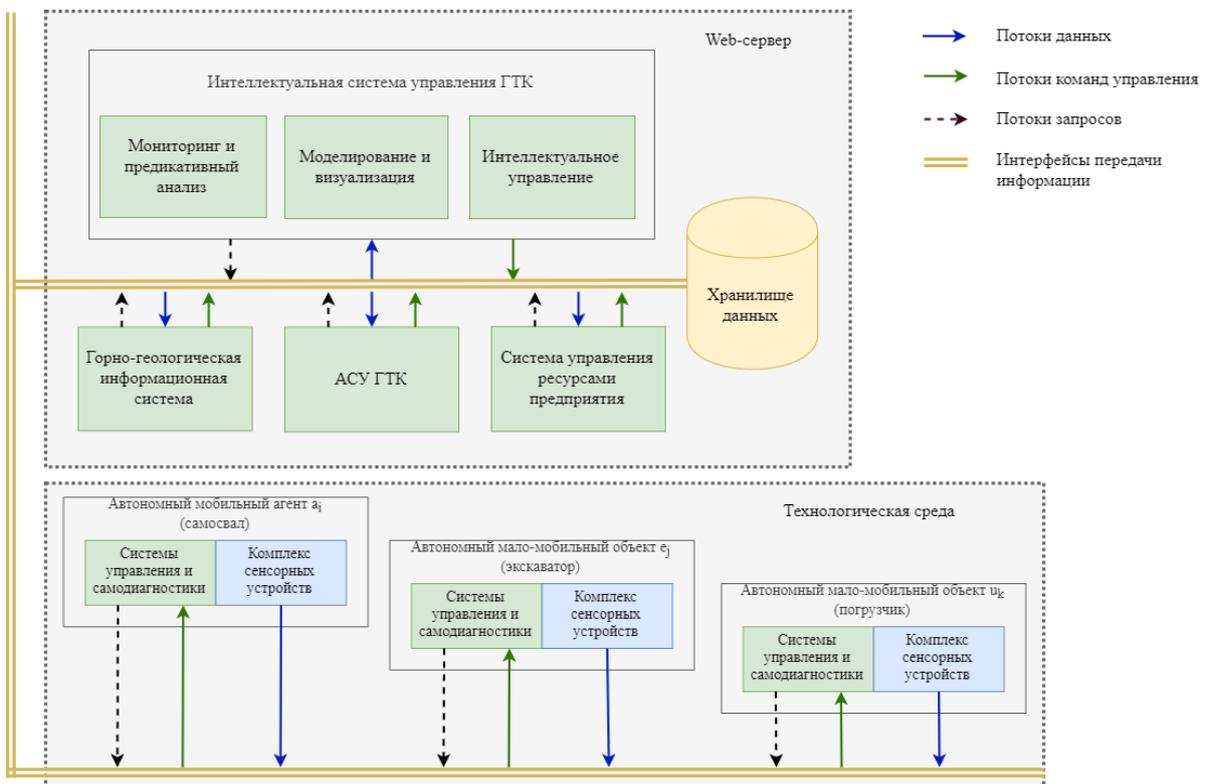


Рисунок 2. Обобщенный схема функционирования горнотранспортной МА-системы

Вычислительные модели и процессы моделирования

В качестве базового объекта для разработки прототипа интеллектуальной системы управления был выбран железнорудный карьер, расположенный в европейской части РФ, гео-

физические и горно-технологические характеристики, а также схема технологических дорог которого, неплохо изучены авторами. На Рисунке 3 представлены схема и граф-схема карьерных дорог.

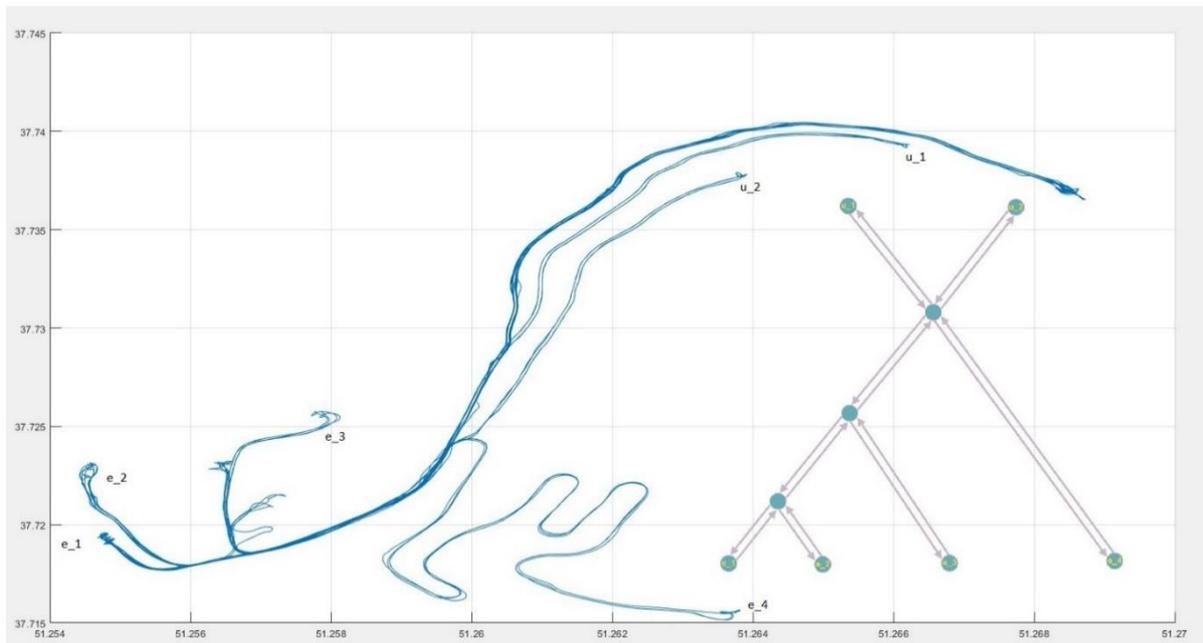


Рисунок 3. Схема расположения инфраструктурных агентов группы «технологическая среда» (Агент «дорога»): e_1, e_2, e_3 – агенты «площадка погрузки», u_1, u_2 – агенты «площадка разгрузки»
 e_1, e_2, e_3, u_1, u_2 – терминальные вершины

На начальном этапе разработки алгоритмического и программного обеспечения для апробации вычислительных моделей управления автономными транспортными агентами использовались различные инструменты имитационного моделирования.

Было определено несколько классов вычислительных моделей, описывающих согласованное перемещение и взаимодействие мобильных объектов. В частности:

f_1 – вычислительный алгоритм определения оптимального маршрута для i -го агента, в момент достижения им терминальной вершины;

f_2 – формирование цифровой трассы для i -го мобильного агента;

f_3 – вычисление оптимальной средней скорости перемещения агента, минимизирующей значение некоторого интегрального критерия, характеризующего эффективность и безопасность совместного перемещения агентов;

f_4 – модель вычисления прогнозных координат i -го мобильного агента;

f_5 – модель корректировки скорости перемещения агента, учитывающая изменяющееся состояние трассы и расположение других агентов.

В дальнейшем, для повышения достоверности результатов моделирования был создан лабораторный полигон, имитирующий топологию (схему) карьерных дорог, а также были разработаны лабораторные физические модели мобильных объектов горнотранспортного комплекса: 3 модели карьерных автосамосвалов, оснащенные сенсорными и вычислительными устройствами, а также средствами навигации и связи, обеспечивающими автономное и дистанционное управление: Arduino Uno Rev3, Wi-Fi (Тройка-модуль), Indoor GPS Marvelmind, магнетометр/компас (Тройка-модуль), акселерометр (Тройка-модуль), инфракрасный дальномер (10-80см) GP2Y0A21YKOF, ультразвуковой дальномер HC-SR04, веб-камера.; 2 экскаватора (погрузчика) и полигон со сложной сетью технологических дорог.

Автономный мобильный агент a_1 (самосвал)

| | | | | |
|---|--------------------------|------------------------------------|---|-----------------------|
| Система управления движением | GPS/ГЛОНАСС модуль | Акселерометр | Инклинометр | Одометр |
| Система видеонаблюдения | Фронтальный дальномер | Левый фронтальный датчик нагрузки | Левый фронтальный датчик давления в шине | Датчик уровня топлива |
| Система управления фарами | Левый боковой дальномер | Правый фронтальный датчик нагрузки | Правый фронтальный датчик давления в шине | Датчик освещенности |
| Система самодиагностики | Правый боковой дальномер | Левый задний датчик нагрузки | Левый задний датчик давления в шине | Датчик температуры |
| Комбинированная система передачи данных | Задний дальномер | Правый задний датчик нагрузки | Правый задний датчик давления в шине | Датчик подъема кузова |



Рисунок 4. Архитектура физических моделей транспортных агентов

Заключение

На основе исследований, проведенных на базе разработанного полигона, был создан прототипный вариант программного комплекса, реализующего механизм управления перемещением мобильных объектов. Отладка программных модулей («модуль диагностики состояния мобильных объектов», «модуль оперативного формирования маршрутов», «модуль вычисления прогнозных состояний системы (координат объектов)», «модуль оптимизации и коррекции режимов движения») и моделирование процедур согласованного взаимодействия автономных агентов горнотранспортного комплекса карьера осуществлялась на базе разработанного лабораторного полигона. Выполненные натурные эксперименты позволили провести сравнительный анализ различных классов вычислительных моделей (однослойные перцептроны, регрессионные и нейро-нечеткие модели, многослойные нейро-машины) ранжировать их по степени пригодности для решения задач оптимальной маршрутизации и оперативного прогнозирования скорости перемещения объектов ГТК при отработке различных сценариев взаимодействия агентов. Также проведен анализ

достоинств и недостатков различных критериев оптимальности функционирования многоагентного ГТК. Некоторые из полученных результатов отражены в ряде других публикаций авторов [6, 8]. Развитие работ в настоящее время связано с разработкой архитектуры цифровой платформы для имплантации программных модулей, реализующих модели и алгоритмы интеллектуального управления ГТК в реальную диспетчерскую систему управления роботизированным оборудованием карьера.

Благодарность

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 19-17-00184).

Библиографический список

1. Cruzat V. J., Anibal V. M. Integrated Modeling and Evaluation of Electric Mining Trucks during Propel and Retarding Modes. IEEE Transactions on Industry Applications, Volume 54, Issue 6, 2018, pp. 6586-6597.
2. Dadhich S., Bodin U., Anderson U. Key challenges in automation of earth-moving machines, Automation in construction 68 (2016), pp. 212-222.

3. Jhavian R., Brito L., Behzadan A. Integrated Mobile Sensor-Based Activity Recognition of Construction Equipment and Human Crews, Proceedings of the 2015 Conference on Autonomous and Robotic Construction of Infrastructure (2015), 1-20.
4. Kaplunov D., Rylnikova M., Radchenko D. The new wave of technological innovations for sustainable development of geotechnical systems. 7th International Scientific Conference "Problems of Complex Development of Georesources", PCDG 2018; Mining Institute Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences. 2018, Vol. 56.
5. Nowakowski C., Steven E., Shladover Tan H.-S. Heavy Vehicle Automation: Human Factors Lessons Learned. Procedia Manufacturing 3 (2015), pp. 2945-2952.
6. Temkin I., Deryabin S., Konov I. Soft computing models in an intelligent open-pit mines transport control system. Procedia Computer Science 120 (2017), 835-843.
7. Клебанов А. Ф. Информационные системы горного производства и основные направления развития автоматизации открытых горных работ. Горная промышленность. № 2. (120) (2015), 93-95.
8. Темкин И. О., Гончаренко А. Н. Проблемы моделирования взаимодействия интеллектуальных агентов на горнопромышленном предприятии. Научно-технические ведомости, СПбГПУ, 4-2 (183) (2013).
9. Темкин И. О., Клебанов Д. А., Дерябин С. А., Конов И.С. Метод определения состояния технологических дорог карьера при управлении взаимодействием роботизированных элементов горнотранспортного комплекса. Горный журнал, №1 (2018), с. 78-82.
10. Трубецкой К. Н., Владимиров Д. Я., Пыгалев, И. А., Попова Т. М. Роботизированные горнотехнические системы при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. Горный журнал №5 (2016), с. 21-27.

УДК 622.274

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ ЗАПАСОВ НЕФТИ НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.380](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.380)

Досказиева Г.Ш.

к.т.н., профессор

Куангалиев З.А

к.т.н., профессор

НАО Атырауский университет нефти им.С.Утебаева

Марданов А.С.

КМГ «Инжиниринг» Каспиймунайгаз»

Doskazyeva G.Sh, Kuangaliev Z.A

«Atyray University of oil and gas S. Utebaev»

professor, candidate of technical Sciences

Mardanov. A.S.

KMG «Engineering» Kaspimunaigaz

АННОТАЦИЯ

Особенностью месторождений находящихся в пределах Астраханско-Актюбинской зоны поднятий является низкая проницаемость, большая расчлененность и неоднородность коллектора. С этими факторами связаны проблемы получения промышленного притока из пласта, отсутствует период фонтанирования, добыча сначала и до конца разработки механизированная. Уже в первые месяцы эксплуатации, скважины дают обводненную продукцию (20-30%), а это влечет дополнительные расходы на подготовку. Исследование основных особенностей разработки низкопроницаемых коллекторов и создание эффективных технологий их разработки представляются актуальными задачами. Это обстоятельство и предопределило направление исследований данной работы, по повышению эффективности освоения запасов месторождений с низкопроницаемыми коллекторами.

ANNOTATION

A feature of the oilfields located within the Astrakhan-Aktobe zone of uplifts is low permeability, great fragmentation and heterogeneity of the reservoir. These factors are associated with the problems of obtaining industrial influx from the reservoir, there is no period of gushing, production is mechanized first and until the end of development. Already in the first months of operation, wells produce waterlogged products (20-30%), and this entails additional preparation costs. The study of the main features of the development of low-permeability reservoirs and the creation of effective technologies for their development seem to be urgent tasks. This circumstance predetermined the direction of research in this work. To increase the efficiency of development of reserves of fields with low permeability reservoirs.

Ключевые слова: коэффициент извлечения нефти; нефетотдача; давление насыщения; флюидальная модель; ГРП – гидроразрыв пласта; заводнение; геолого-технические мероприятия

Key words: coefficient of oil recovery; oil recovery; saturation pressure; fluid model; hydraulic fracturing; flooding; geology technical measure.

Основная часть трудноизвлекаемых запасов России и Казахстана приурочены к низкопроемным и карбонатным коллекторам 73%, высоковязким нефтям - 12%. обширным подгазовым зонам нефтегазовых залежей около 15% и пластам, залегающим на больших глубинах - 7%. Разработка таких запасов с использованием традиционных технологий экономически неэффективна. Она требует применения новых технологий их освоения и принципиально новых подходов к проектированию, учитывающих особенности извлечения трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ).

Эффективность разработки нефтяного месторождения определяется точностью выбора метода воздействия на продуктивный пласт, направленного на повышение или сохранение подвижности нефти. Выбор метода воздействия осуществляется на основании имеющихся данных о геолого-физических условиях нефтяной залежи, составе, структуре и петрофизических свойствах пород, и характеристиках пластовых флюидов, с учетом их соответствия критериям применимости. Наиболее распространенным на сегодня методом воздействия является заводнение, обеспечивающее 95% добычи нефти в Казахстане, за счет восстановления пластового давления и вытеснения целиков нефти.

Основными особенностями современного состояния нефтяной отрасли Казахстана являются рост доли трудноизвлекаемых запасов в структуре запасов нефти и недостаток опыта применения в промышленных масштабах методов повышения нефтеотдачи пластов.

В целом по месторождениям Атырауской области актуальны четыре проблемы:

- А) Высокая вязкость нефти;
- Б) Высокая обводненность продукции;
- В) Проблема утилизации нефтяного газа и попутной воды;
- Г) Низкая проницаемость коллекторов.

Рассматриваемая территория расположена на юго-западном склоне купола Новобогатинск, осложненном нависающим карнизом соли, который моноклинально погружается в прилегающую мульду. Более подробно рассмотрим месторождение **Новобогатинское Юго-Восточное**.

На месторождении Новобогатинское Юго-Восточное скважинами вскрыты отложения от пермтриасового до четвертичного возраста включительно, в том числе вскрыты отложения кунгурского яруса нижней перми (соль), которые внедряются в отложения пермтриаса в виде карниза.

Поисково-разведочное и, в дальнейшем, эксплуатационное бурение подтвердило промышленную нефтеносность пермтриаса в подкарнизных условиях залегания. В разрезе подкарнизного пермтриаса установлены семь продуктивных горизонтов: РТ-IV, РТ-V, РТ-VI (пл. А+Б), РТ-VII, РТ-VIII, РТ-IX, РТ-X.

Все залежи по типу природного резервуара **пластовые, сводовые, экранированные** тектоническими нарушениями и подошвой соляного карниза. Пласты-коллекторы продуктивных горизонтов литологически представлены песчаниками, алевролитами, песками и алеквритами, различной степени сцементированности.

Алевролит разных цветов, мелкозернистый, в разной степени глинистый, слабокарбонатный, сцементированный.

Песчаники серые, темно-серые, мелкозернистые, слабogliнистые, не карбонатные, слюдистые.

Пески светло-серые, темно-серые, слабокарбонатные, слабogliнистые.

Тип коллекторов – поровый.

Коэффициент песчаности варьирует в пределах 0,32-0,55, Коэффициент расчленённости – в интервале 1-10.

Первооткрывательницей месторождения Новобогатинское Юго-Восточное является поисковая скважина 1, которая в январе 1984 года дала приток нефти дебитом 2,8 т/сутки на 5мм штуцере.

По результатам проведенных лабораторных исследований керна, значения пористости изменяются от 0,142 до 0,202 доли ед., среднее значение по горизонту – 0,167 доли ед., коэффициент вариации равен 0,086. Проницаемость изменяется в пределах от 1,13 до $31,6 \times 10^{-3}$ мкм², средняя проницаемость составляет $5,81 \times 10^{-3}$ мкм², коэффициент вариации равен 0,921.

По результатам ГИС, коэффициент пористости в среднем составляет 0,198 доли ед., изменяясь от 0,136 до 0,315 доли ед., нефтенасыщенность в среднем составляет 0,695 доли ед., изменяясь от 0,461 до 0,862 доли ед.

По данным гидродинамических исследований по горизонту значения проницаемости изменяется от 0,023 до $7,363 \times 10^{-3}$ мкм², среднее значение по горизонту составляет $1,343 \times 10^{-3}$ мкм², коэффициент вариации равен 1,941.

Флюидальная модель охарактеризована легкой, маловязкой, малосернистой, малопарафинистой нефтью (Таблица.1).

Таблица 1.

| Наименование | Горизонты | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|-------|---------|--------|-------|-------|
| | PT-IV | PT-V | PT-VI-A | PT-VII | PT-IX | PT-X |
| Давление насыщения газом, МПа | 7,2 | 4,9 | 10,7 | 11,9 | 9,0 | 9 |
| Газосодержание, м ³ /т | 130,1 | 135,5 | 137,6 | 155,7 | 170,2 | 189,3 |
| Объёмный коэффициент, д. ед. | 1,306 | 1,318 | 1,326 | 1,397 | 1,430 | 1,337 |
| Плотность, кг/м ³ | 656,0 | 692,0 | 708,0 | 686,0 | 687,0 | 0,777 |
| Вязкость, мПа*с | 0,64 | 0,70 | 0,69 | 0,68 | 0,6 | 0,6 |
| Температура исследования проб, °С | 43,2 | 44,8 | 46,5 | 47,2 | 45 | 47 |

Всего запасы нефти месторождения по категориям В+С₁+С₂ составили: геологические – 14253 тыс т, извлекаемые – 3439 тыс т.

Выбор наиболее рациональной системы разработки как отдельных залежей, так и месторождения в целом, напрямую зависит от правильного выделения эксплуатационных объектов. При выделении эксплуатационных объектов на месторождении, наряду с экономической целесообразностью и технологической эффективностью, на первый план выходит геологическое строение. Выделенный объект разработки должен располагать достаточными удельными запасами нефти на единицу площади залежи и достаточной продуктивностью с тем, чтобы обеспечить высокие дебиты скважин в течение продолжительного периода эксплуатации скважин в безводный период и при обводнении. [1]

В целом на месторождении было выделено два эксплуатационных объекта:

➤ I объект – горизонты PT-IV, PT-V, PT-VI-a, PT-VI-b;

➤ II объект – горизонты PT-VII, PT-VIII, PT-IX, PT-X.

На месторождении Новобогатинское Юго-Восточное всего пробурено 27 скважин, из них добывающий фонд составляет 17 скважин, в том числе 11 действующих, шесть скважин в бездействии. В наблюдательном фонде находятся три скважины, две скважины в консервации после бурения. Ликвидированный фонд составляет пять скважин, все скважины ликвидированы по геологическим причинам.

В период 2012-2016 годах скважины месторождения эксплуатировались с дебитами нефти до 5 т/сутки. Максимальный среднегодовой дебит достигался в 2013-2014 годах (до 10 т/сутки), затем отмечается небольшое снижение дебита. Основная причина снижения дебитов скважин по нефти является низкая проницаемость пласта.

В целом по месторождению на текущий момент высокодебитными являются две скважины, с дебитами нефти до 10 т/сутки. По данным скважинам был проведен ГРП, который дал положительный результат.

С 1997 года по 2005 год наблюдается увеличение добычи нефти, что связано с вводом скважин и их активной эксплуатацией (Рисунок 1). В этот период фонд добывающих скважин увеличен с одной до шести единиц. С 2006 года наблюдается снижение добычи нефти с последующей стабилизацией на уровне 5,8-6 тыс. т в течение трех лет (2006-2008 годах). С 2009 года по 2014 год добыча нефти характеризуется увеличением. Увеличение добычи нефти связано с вводом новых добывающих скважин из бурения и проведением дополнительных ГТМ по интенсификации добычи нефти. Из динамики технологических показателей разработки видно, что максимальный уровень добычи нефти был достигнут в 2014 году и составил 18,5 тыс т. Далее наблюдается небольшой спад годовой добычи по причине отсутствия бурения, сокращения числа действующих скважин, низкого коэффициента эксплуатации.

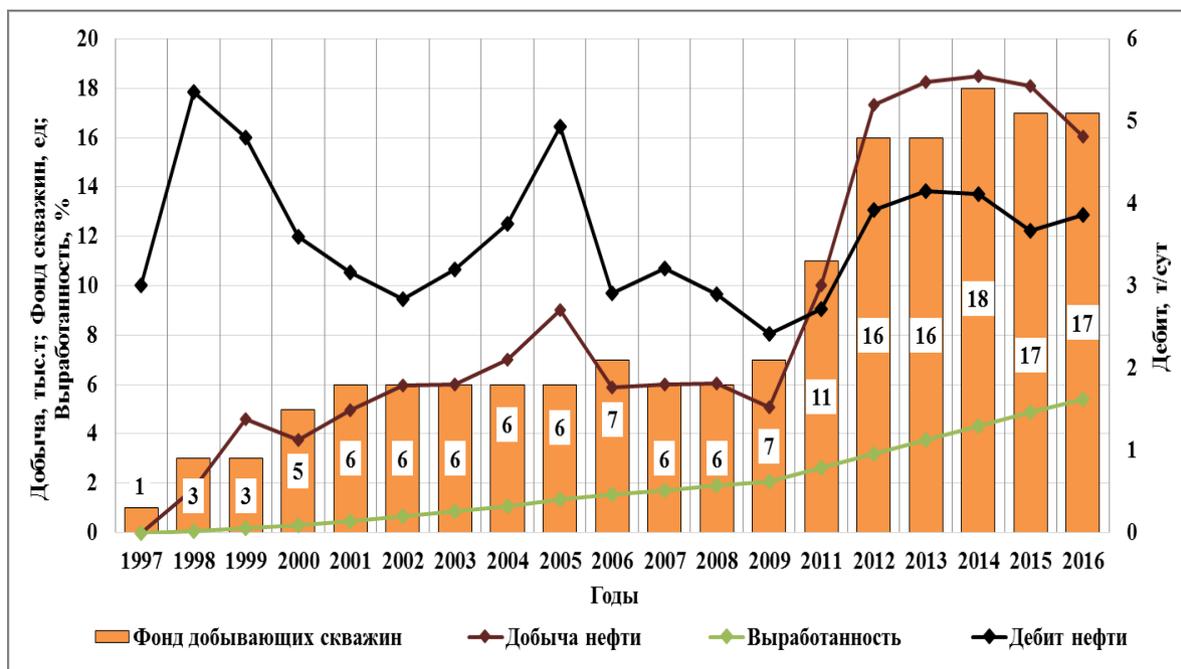


Рисунок 1. Динамика основных технологических показателей разработки месторождения

Начальное пластовое давление по **I объекту** составляет 15,6 МПа. Текущее пластовое давление в среднем составляет 12,7 МПа, изменяясь в интервале от 10,4 до 16,5 МПа (Таблица. 2).

Текущее забойное давление, изменяясь в интервале 6,4-10,7 МПа, в среднем составляет 9,5 МПа. Давление насыщения в среднем составляет 4,8 МПа.

Начальное пластовое давление по **II объекту** составляет 19,3 МПа. Текущее пластовое давление

в среднем составляет 15,7 МПа, изменяясь в интервале от 13,6 до 16,4 МПа. Более заметное снижение пластового давления, по сравнению I объектом, связано с более интенсивной добычей нефти и трехкратным превышением действующего добывающего фонда. Текущее забойное давление в среднем составляет 9 МПа. Давление насыщения в среднем составляет 7,3 МПа.

Таблица 2.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ
НОВОБОГАТИНСКОЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЕ**

| Объекты | Показатели | P _{нач} , МПа | Годы | | | | | P _{нач} , МПа | Отклонение, МПа | |
|---------|---------------------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------------------------|--|--|
| | | | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | | P _{пл.тек} - P _{нас} | P _{нач} - P _{пл.тек} |
| | | | | | | | | | | |
| I | Пластовое давление в зоне отбора, МПа | 15,6 | 14,4 | 14,2 | 14,1 | 13,9 | 12,7 | 4,8 | 7,9 | 2,9 |
| | Забойное давление, МПа | | 11,2 | 8,6 | 8,5 | 9,5 | 9,5 | | | |
| | Депрессия ΔP, МПа | | 3,2 | 5,6 | 5,6 | 4,4 | 3,2 | | | |
| II | Пластовое давление в зоне отбора, МПа | 19,3 | 17,6 | 17,2 | 16,8 | 16,4 | 15,7 | 7,3 | 9,0 | 3,6 |
| | Забойное давление, МПа | | 11,1 | 11,6 | 8,3 | 9,3 | 9,0 | | | |
| | Депрессия ΔP, МПа | | 6,5 | 5,6 | 8,5 | 7,1 | 6,7 | | | |

С начала разработки по месторождению добыто 172,4 тыс т нефти. Темп отбора от начальных извлекаемых запасов по месторождению составляет 0,5%, темп отбора от

текущих извлекаемых запасов – 0,5 %, выработка запасов по месторождению составила 5,4% (Таблица 3).

Таблица 3 .

ВЫРАБОТКА ЗАПАСОВ НЕФТИ ПО ОБЪЕКТАМ И ПО МЕСТОРОЖДЕНИЮ В ЦЕЛОМ

| Объект разработки | Начальные запасы, тыс т | | Накоп. добыча нефти, тыс т | Остаточные запасы, тыс т | | КИН, д. ед. | | Выработка, % |
|-------------------|-------------------------|-------|----------------------------|--------------------------|--------|-------------|--------|--------------|
| | геолог. | извл. | | геолог. | извл. | утв. | текущ. | |
| I объект | 3492 | 917 | 41,3 | 3450,7 | 875,7 | 0,263 | 0,012 | 4,5 |
| II объект | 8867 | 2275 | 131,0 | 8736,0 | 2144,0 | 0,257 | 0,015 | 5,8 |
| В целом по мест. | 12359 | 3192 | 172,4 | 12187 | 3020 | 0,258 | 0,014 | 5,4 |

Для определения величин запасов нефти, вовлеченных в активную разработку при сформировавшейся на данный момент системе разработки и применяемой технологии добычи, по методике В.Д. Лысенко, были построены зависимости удельного месячного отбора нефти на одну скважину от накопленных отборов нефти, основанные на фактических данных. Этот метод

позволяет определить величину вовлеченных запасов нефти по каждому объекту. Определив вовлеченные в разработку запасы и, зная геологические запасы нефти по залежам, рассчитан потенциальный коэффициент извлечения нефти (КИН) при существующей технологии разработки (Таблица 4).

Таблица 4.

СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ВОВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ

| Объект | Запасы нефти, тыс. т | | | | КИН, доли ед. | | |
|-----------|----------------------|-------|-------|---------------|---------------|--------|---------|
| | геолог. | извл. | вовл. | ост. от вовл. | утв. | текущ. | потенц. |
| I объект | 3492 | 917 | 100 | 817 | 0,263 | 0,012 | 0,029 |
| II объект | 8867 | 2275 | 230,5 | 2044,5 | 0,257 | 0,015 | 0,026 |

Далее, на базе методики «ТатНИПИнефть» (автор В.Д. Лысенко), выполнен прогноз технологических показателей разработки эксплуатационных объектов, в основе которой лежит модель зонально и послойно неоднородного пласта. В методике приняты следующие допущения:

1.пласт состоит из проницаемых слоев и разделяющих их непроницаемых прослоев;

2.слои и прослои по площади их распространения состоят из квадратных зон, одинаковых по площадям;

3.все слои одинаковой толщины;

4.слои различаются по средней проницаемости, причем распределение этих средних значений по слоям совершенно хаотическое, подчиненное только статистической закономерности в виде гамма-распределения;

5.по слоям, в пределах зон, значения проницаемости остаются постоянными и скачкообразно хаотически изменяются при переходе от одной зоны к другой;

6.кроме зональной неоднородности по проницаемости слои еще могут обладать хаотическим разбросом зон площади с нулевой проницаемостью (прерывистостью).

Методика позволяет оценить извлекаемые запасы нефти и рассчитать динамику

технологических показателей разработки при реализации различных систем воздействия на пласт. Кроме того, методика позволяет учитывать различие вязкостного соотношения нефти и воды, эффект снижения продуктивности в результате падения пластового давления ниже давления насыщения.

Данная методика базируется на прямых промысловых измерениях работы скважин: коэффициентах продуктивности, дебитах нефти и жидкости, накопленных отборах нефти и жидкости, текущих и накопленных величинах закачки вытесняющего агента, забойных и пластовых давлениях. Методика представляет собой взаимно согласованные, достаточно мобильные и универсальные уравнения процесса добычи нефти и жидкости, а также фонда скважин эксплуатационного объекта практически для любой системы разработки.[2,3]

На базе данной методики рассчитаны три варианта прогноза технологических показателей разработки месторождения, в том числе I объекта.

Ниже приводится описание 3-х вариантов разработки с результатами расчета проектных показателей по месторождению в целом. (таблица 5) На рисунке 2 представлено сравнение графиков добычи нефти и КИН.

Таблица 5.

КИН ПО ВАРИАНТАМ

| Вариант | K1 | K2 | K3 | КИН |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| Вариант 1 | 0,159 | 0,56 | 0,649 | 0,058 |
| Вариант 2 | 0,854 | 0,56 | 0,549 | 0,263 |
| Вариант 3 | 0,854 | 0,645 | 0,874 | 0,483 |

Первый вариант (базовый). Предполагает продолжение разработки эксплуатационных объектов месторождения Юго-Восточное Новобогатинское.

С целью использования потенциала пробуренного фонда скважин, для увеличения коэффициента извлечения нефти по эксплуатационным объектам также

предусматриваются мероприятия по вовлечению в разработку дополнительных запасов нефти путем:

- дострела в скважинах интервалов продуктивных горизонтов, выделенных в один эксплуатационный объект, которые ранее не выработывались;
- перевода скважин с объекта на объект, в результате выработки запасов.

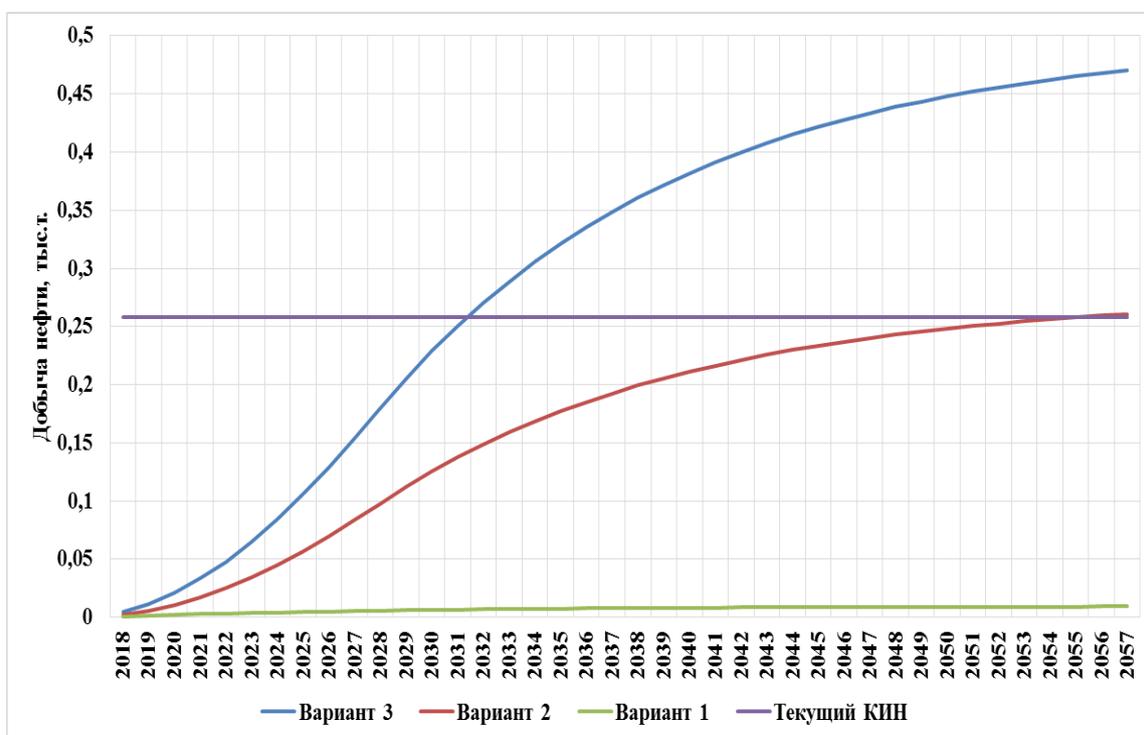


Рисунок 2. Сравнение проектного КИН по вариантам разработки

Второй вариант. Дополнительно предусмотрен ввод новых проектных скважин в количестве 90 ед. с проведением ГРП и с учетом нового представления о геологическом строении продуктивных горизонтов и их продуктивных возможностей. Разработка объекта также предполагается на естественном режиме. Местоположение проектных скважин выбрано с учетом новых представлений о геологическом строении месторождения. Основное назначение варианта состоит в оценке эффективности ранее принятых и нереализованных к настоящему моменту времени проектных решений с точки зрения новых представлений о геологическом строении и достижения утвержденных значений КИН.

На проектируемый период добывающий фонд составит 101 скважину.

Третий вариант (рекомендуемый). Предусмотрен ввод из бурения 80 добывающих скважин с проведением ГРП, а также спуском УЭЦН. Дополнительно предусмотрен ввод из бурения 31 нагнетательной скважины с целью поддержания пластового давления. Рабочим агентом для закачки выбран углекислый газ.

На проектируемый период добывающий фонд составит 91 скважину. Фонд нагнетательных скважин – 31 единица.

Выводы и предложения

Таким образом, наибольшее количество нефти по месторождению будет добыто при реализации третьего варианта, предполагающего бурение новых скважин с ГРП и спуском УЭЦН, а также применение системы ППД с закачкой газа. Согласно расчетам, значение КИН к концу разработки составит 0,483 доли ед., что значительно выше утвержденного значения 0,258 доли ед. .

При реализации рекомендуемого третьего варианта разработки, проектный уровень добычи нефти в количестве 375.16 тыс т будет достигнут в 2061 году, темп отбора от НИЗ составит 10.2%. Накопленная добыча нефти по месторождению в целом к концу экономически рентабельного периода разработки составит 6814.91 тыс т, достигаемый КИН – 0.478 доли ед.

Список использованных источников

1. Дополнение к уточненному проекту разработки месторождения «Юго-Восточное Новобогатинское» «2015г. ТОО НИИ Каспиймунайгаз
2. Лысенко В.Д. «Разработка нефтяных месторождений», Москва, «Недра», 2003г;
3. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти 2003. — 816 с.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ДАВЛЕНИЯ ПАРА ДЛЯ ФРАНЦИЯ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ ХАОТИЗИРОВАННЫХ ЧАСТИЦ

Макашева А.М.

д.т.н., профессор

Елеуова И.А.

магистрант кафедры НТМ

Карагандинский государственный технический университет

АННОТАЦИЯ

В статье предлагается новая модель испарения для франция с согласованием температуры и теплоты кипения при стандартном давлении. Сравнение разработанной температурной зависимости равновесного давления пара франция, основанной на концепции хаотизированных частиц, со справочными данными показало высокую адекватность предлагаемой модели.

Ключевые слова: температура кипения, теплота кипения, давление пара, франций.

Введение

Обработка экспериментальных данных по давлению пара при известной теплоте кипения и неизвестной температуре кипения облегчается тем, что она определяется более надежно при нагревании и охлаждении вещества на приборах типа пирометра Курнакова (раньше) или современных дериватографов. Точность, а иногда и сама возможность измерения температуры кипения сильно зависит от чистоты вещества, но еще в большей степени о самой температуры этого процесса [1].

Авторами монографии [2] предложена зависимость давления пара от температуры на основе концепции хаотизированных частиц. В качестве фундаментальной зависимости авторами выбрано распределение Больцмана для частиц вещества по энергетическим уровням в зависимости от температуры. Это распределение позволяет строго находить долю сверхбарьерных частиц по любому заданному энергетическому уровню, в частности, по барьеру кипения.

Новая модель предоставляет уникальную возможность определения неизвестных теплоты и температуры кипения по давлению пара даже вдали от точки кипения, что является особенно важным для высококипящих материалов. Но если для раздельного нахождения теплоты или температуры кипения в принципе было достаточным использование единственного надежного значения давления пара при некоторой температуре (для статистической оценки требуется не менее трех определений), то для одновременного нахождения отсутствующих (или сомнительных) величин теплоты и температуры кипения необходимо значение, хотя двух экспериментальных точек по давлению пара при различных температурах.

Причина рассогласованности справочных данных по температуре и теплоте кипения с температурной зависимостью давления насыщенного пара заключается в том, что в результате ряда упрощений уравнений Клаузиуса-Клапейрона либо Вант-Гоффа из-за отсутствия в явном виде функциональной зависимости теплоемкости от температуры получаются аппроксимирующие модели изменения давления по температуре в форме трансцендентных

дробных полиномов с подгоночными параметрами, лишенными физического смысла

$$\lg p = A/T + B \lg T + CT + D, \quad (1)$$

где из-за представления коэффициентов A, B, C, D 7-8 разрядными числами часто допускаются труднообнаруживаемые опечатки и ошибки в справочных данных, а сама процедура идентификации трансцендентного полинома по экспериментальным точкам исключает гарантии строгого равенства давления атмосферному в точке кипения, а в некоторых случаях и нулю при абсолютном нуле температуры.

Концепция хаотизированных частиц базируется на распределении Больцмана по кинетической (тепловой, а, следовательно, хаотизированной) составляющей энергии системы, с выделением трех разновидностей таких частиц – кристаллоподвижных, жидкоподвижных и пароподвижных – в зависимости от преодоления или непреодоления ими тепловых барьеров плавления и кипения. Нормировка распределения Больцмана по точке кипения при атмосферном давлении позволяет отождествить долю сверхбарьерных по теплоте кипения частиц (т.е. пароподвижных частиц) с давлением пара над конденсированным веществом и выразить зависимость этого давления от температуры в виде формулы

$$p = 101325 \exp \frac{\Delta H_b (1 - \frac{T_b}{T})}{RT_b}, \quad (2)$$

где p – давление, Па; 101325 – переводной коэффициент из атм в Па; ΔH_b – теплота кипения при атмосферном давлении, Дж/моль; R – газовая постоянная, Дж/(моль·К); T_b – температура кипения, К; T – текущая температура, К. Этой формулой гарантируется строгое соблюдение нулевого давления при абсолютном нуле температуры и атмосферного давления (1 атм) в точке кипения. Кроме того, формула допускает обращение переменных относительно ΔH_b и T_b , что позволяет находить их из экспериментальных данных по давлению пара и что особенно важно – для высококипящих веществ, для которых эти данные экспериментально труднодоступны и малонадежны.

Покажем применение новой модели для франция, одного из радиоактивных щелочных металлов, обладающего максимально высокой восстановительной химической активностью.

Во всех этих случаях критерием адекватности для установления наиболее корректной зависимости нами использованы коэффициент нелинейной множественной корреляции R и его значимость t_R .

$$\lg p_{\text{ТВ}}(\text{мм рт. ст.}) = -6463,98/T - 48,9171g + 3,884 \cdot 10^{-4}T + 126,71808, \quad (3)$$

$$\lg p_{\text{Ж}}(\text{мм рт. ст.}) = -3643,489/T - 1041gT - 1,19 \cdot 10^{-4}T + 10,26502, \quad (4)$$

Здесь же содержатся табулированные значения давления пара, вычисленные по этим уравнениям с учетом реперных точек по температуре плавления 300 К и расчетной температуре кипения 879 К. Выборка из этих данных приведена в новейшем справочнике [4], причем с неправильным коэффициентом пересчета мм рт. ст. в Паскали (129,5 вместо 133,32 Па/мм рт. ст.). Отдельно указано давление пара $p = 2,933$ кПа при температуре плавления 300 К, что находится в явном противоречии со сводкой давления в этом же справочнике, где в области плавления давление пара примерно на 6 порядков ниже. Возможно, при перерасчетах из мм рт. ст. в Паскали заодно перепутано представление давления не в миллипаскалях (мПа), а в килопаскалях.

Проверка адекватности модели испарения франция в сопоставлении с экспериментальными данными

В монографии [3] несмотря на отсутствие экспериментальных данных по давлению пара франция приводятся расчетные зависимости для одноатомных молекул

Температура кипения в [4] указана равной 950 К, что существенно отличается от расчетной в [3], на которой построена зависимость (4), и поэтому она является несогласованной с этой более высокой температурой. Точно такая же температура кипения указана в таблице Менделеева по форме ИЮПАК [5].

Полагая, что температура кипения, приведенная в [4] и [5], является более надежной, и учитывая, что данные по теплоте кипения франция отсутствуют, определим эту характеристику на основе новой модели испарения по формуле (2), используя сводку давлений из [3] и [4] в достаточном удалении от точки кипения и с правильным коэффициентом пересчета мм рт. ст. в Па:

| | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|-------|-------|
| $T_{\text{ис}}, \text{К}$ | 218 | 248 | 289 | 346 | 434 | 497 |
| $p[3], \text{Па}$ | $1,333 \cdot 10^{-7}$ | $1,333 \cdot 10^{-5}$ | $1,333 \cdot 10^{-3}$ | 0,1333 | 13,33 | 133,3 |
| $\Delta H_{\text{б}}, \text{Дж/моль}$ | 64352 | 63488 | 62668 | 61271 | 59366 | 57485 |

Среднее значение теплоты кипения составило (61438 ± 2614) Дж/моль при соблюдении однородности множества:

$$\frac{\max}{\min} \frac{|57485 - 61438|}{2614 \sqrt{5/6}} (6 - 2)^{0,187 r}.$$

Найденную величину $\Delta H_{\text{б}}$ вместе с $T_{\text{б}} = 950$ К введем в новую модель испарения:

$$p = 101325 \exp \frac{61438(1 - \frac{950}{T})}{8,31441 \cdot 950} = 101325 \exp(7,7782 - 7389,3/T) \quad (5)$$

Сравнение справочных и расчетных данных приведено в таблице.

Таблица
СОПОСТАВЛЕНИЕ СПРАВОЧНЫХ [3, 4] И РАССЧИТАННЫХ ПО РАЗЛИЧНЫМ МОДЕЛЯМ ДАННЫХ ПО ДАВЛЕНИЮ ПАРА ФРАНЦИЯ, ПА

| $T, \text{К}$ | $p[3, 4]$ | $p_{\text{ТВ}}(3)$ | $p_{\text{Ж}}(4)$ | $p(5)$ |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 218 | $1,333 \cdot 10^{-7}$ | $1,280 \cdot 10^{-7}$ | $1,436 \cdot 10^{-7}$ | $4,602 \cdot 10^{-7}$ |
| 248 | $1,333 \cdot 10^{-5}$ | $1,268 \cdot 10^{-5}$ | $1,306 \cdot 10^{-5}$ | $2,778 \cdot 10^{-5}$ |
| 289 | $1,333 \cdot 10^{-3}$ | $1,318 \cdot 10^{-3}$ | $1,332 \cdot 10^{-3}$ | $1,903 \cdot 10^{-3}$ |
| $T_m = 300$ | 2933 [4] ? | $3,692 \cdot 10^{-3}$ | $3,700 \cdot 10^{-3}$ | $4,860 \cdot 10^{-3}$ |
| 346 | 0,1333 | 0,1452 | 0,1292 | 0,1285 |
| 434 | 13,33 | 32,00 | 13,53 | 9,759 |
| 497 | 133,3 | 842,6 | 133,4 | 84,5 |
| $T_{\text{б}} = 950$ | 101325 [4] | $5,14 \cdot 10^{12}$ | 185382 | 101325 |

Прежде всего, по полученным результатам расчетов можно удостовериться в грубой ошибке по справочной величине давления при температуре

плавления. По всем моделям она соответствует порядку числа 10^{-3} , а не 10^3 Па. Поэтому указанное

в [3] значение правильное записывать как $2,933 \cdot 10^3$ Па, или 2,933 мПа.

Расчет по уравнению для твердого состояния (3) сходится со справочными значениями только до точки плавления, и это естественно, поскольку справочные величины в этой области получены обратным расчетом (по заданному шагу давления) из этого же уравнения. Выше точки плавления получаются сильно завышенные величины вплоть до абсурдно высокой в точке кипения, что является свойством подобных зависимостей.

Расчет по зависимости для жидкого состояния (4) хорошо охватывает всю область температур, за исключением точки кипения, поскольку при выводе этого уравнения учитывалась гораздо более низкое расчетное значение этой точки (879 К), которое оказалось неверным. До точки кипения совпадение справочных и расчетных значений в области жидкого состояния объясняется тем, что оба массива данных получены из одного и того же уравнения (4). Экстраполяция в область твердого состояния оказалась корректной ввиду того, что при отрицательном коэффициенте в первом слагаемом этого уравнения гарантируется стремление давления к нулю при приближении температуры к абсолютному нулю, что соответствует физическому смыслу данной характеристики испарения. Однако в целом коэффициент корреляции из-за сильного завышения давления в точке кипения по этому уравнению оказался равным всего 0,19 при $t_R = 0,44 < 2$, т.е. незначимым. В связи с этим и весь массив справочных данных в области жидкого состояния нуждается в коррекции, поскольку он при приближении к точке кипения становится все более завышенным.

Тем не менее, коэффициент корреляции новой модели (5) по всему диапазону температур оказался практически равным единице из-за незначительного искажения справочных данных при наиболее высоких из учитываемых значений температуры в области жидкого состояния (497 К),

которая почти вдвое меньше температуры кипения. На этом основании полученное уравнение (5) можно рекомендовать для расчета наиболее корректных значений давления пара франция вместе с согласованными с ним величинами теплоты и температуры кипения.

Заключение

1. Разработана модель испаряемости для франция на основе нормированного распределения Больцмана применимая в более широком диапазоне температур, включая твердое и жидкое состояния, до температуры кипения при атмосферном давлении.

2. Впервые для франция определена теплота кипения.

3. Устранена грубая ошибка по справочной величине в давлении пара при температуре плавления.

4. Предлагаемая модель обеспечила согласование единой по форме температурной зависимости давления насыщенного пара с теплотой и температурой кипения при атмосферном давлении в полном диапазоне температур для твердого и жидкого состояний.

Список литературы

1. Малышев В.П., Абдрахманов Б.Т., Нурмагамбетова А.М. Плавкость и пластичность металлов. – М: Научный мир, 2004. – 148 с.

2. Малышев В.П., Турдукожаева (Макашева) А.М., Оспанов Е.А, Саркенов Б. Испаряемость и кипение простых веществ. – М.: Научный мир, 2010. – 304 с.

3. Несмеянов Ан.Н. Давление пара химических элементов. – М.: Изд. АН СССР, 1961. – 396 с.

4. Свойства элементов: Справ. изд. в 2-х кн. // Под ред. Дрица М. Е. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Изд. дом «Руда и Металлы», 2003. – Т. 1. – 448 с.

5. Сайфуллин Р., Сайфуллин А. Современная форма таблицы Менделеева // Наука и жизнь. – 2004. – № 7. – С. 2-7.

БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОБУСНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ДОРОГАХ РФ

Климова Екатерина Владимировна

Канд. техн. наук, доцент кафедры

«Техника и технология наземного транспорта»

ФГБОУ ВПО АГТУ,

г. Астрахань

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено состояние предоставляемых услуг по перевозкам пассажиров на автобусах общественного пользования. Изучены статистические данные аварийности за последние 5 лет. Проанализированы причины неудовлетворительного уровня безопасности перевозок. Выработаны рекомендации по повышению качества и уровня безопасности автобусных перевозок.

ABSTRACT

The article considers the state of the services provided for the transportation of passengers on public buses. The accident statistics for the last 5 years are studied. The reasons for the unsatisfactory level of transportation safety are analyzed. Recommendations have been made to improve the quality and safety of bus traffic.

Ключевые слова: автобусные перевозки, безопасность, аварийность, ДТП, автомобильные дороги.

Keywords: bus transportation, safety, accident rate, traffic accident, traffic, highways.

Автотранспорт следует рассматривать как один из важных элементов транспортной системы государства, способный влиять на эффективное развитие национальной экономики. В то же время достаточно четко выявляется взаимное влияние экономики на развитие отраслей транспортного комплекса, что обуславливает прямую пропорциональную зависимость их основных показателей. В этой связи особенно актуальной является необходимость сбалансированного развития транспортной системы регионов и усиления взаимодействия центральных и местных исполнительных органов в вопросах государственного регулирования транспортной деятельности.

На этапе становления рыночных отношений в России автомобильный транспорт получил новый импульс развития и является в настоящее время одной из наиболее значимых подотраслей российской транспортной экономики. Автобусным транспортом общего пользования (по усредненным данным за последние 5 лет) перевозится порядка 20 млрд. человек в год, что превышает в 2,5 раза число пассажиров, ежегодно перевозимых троллейбусным транспортом, в 3 раза - трамвайным, в 5 раз - метро, в 16 раз - железнодорожным, и составляет половину всего пассажирооборота России [7].

Автомобильный транспорт остается основным видом транспорта, обеспечивающим подвижность населения в социальной, производственной и рекреационной сферах. Автобусы и автобусы малой вместимости представляют собой основной для России вид городского и пригородного транспорта. Более чем в 1000 городах и поселках городского типа автобусный транспорт является единственным транспортом общего пользования [7].

Вместе с тем в сфере транспортных услуг, оказываемых населению посредством автомобильного транспорта, фактически ликвидирована государственная монополия. В результате преобразований на рынке автоперевозчиков действуют десятки тысяч малых предприятий и индивидуальных предпринимателей. Сегодня перевозки автобусным транспортом принадлежат к числу наиболее динамически развивающихся сфер современного бизнеса. Уровень конкуренции среди предприятий, основным направлением деятельности которых являются пассажирские перевозки, очень высок. В связи с этим постоянно возрастают требования к предоставляемым ими услугам. Основным является безопасность. Это общее понятие включает в себя несколько важных составляющих:

— прежде всего, предназначенные для перевозки пассажиров транспортные средства должны находиться в неизменно исправном техническом состоянии;

— автобусы, используемые в этих целях, необходимо привести в соответствие с актуальными требованиями, предъявляемыми к

комфорту, посредством их профессиональной предварительной подготовки;

— заниматься данным видом деятельности разрешено только тем из предприятий, которые получили государственную лицензию на оказание этой услуги;

— а уровню подготовки персонала уделяется особое внимание: профессиональные водители и операторы обязаны постоянно повышать свою квалификацию;

— компании, занимающиеся данной деятельностью, необходимо поддерживать и надлежащее качество связи для обеспечения оперативной реакции на любую экстренную ситуацию.

Автобусным перевозкам принадлежит особая роль в транспортной системе. Выполняются не только непосредственно перевозки пассажиров, но также данный вид является связующим звеном между производственными предприятиями и другими видами транспорта. Он оказывает существенное влияние на эффективность работы всей транспортной системы и всего общественного производства. Автомобильный транспорт позволяет организовать высокую регулярность перевозок и сохранность грузов, сокращает время доставки пассажиров, снижает себестоимость перевозок, обладает большой провозной способностью, эффективно сочетается со всеми другими видами транспорта при перевозках грузов и пассажиров по единому технологическому процессу.

Как видно, развитие рыночного механизма приводит в движение такие методы, как:

— экономическое стимулирование;

— стратегическое планирование процесса перевозки пассажиров;

— финансирование деятельности автотранспортных предприятий;

— экономическая оценка эколого-экономической эффективности функционирования.

В рамках развития национальной экономики пассажирский транспорт призван обеспечивать реализацию целого ряда стратегических задач:

— качественное удовлетворение потребностей населения и экономики в пассажирских перевозках;

— удовлетворение потребностей населения в пространственном перемещении, что создает условия для производственного процесса;

— решение жизненно важных социально-экономических проблем, возникающих в процессе развития регионов;

— повышение уровня жизни людей (социальные функции);

— развитие отраслей материального производства (экономические функции).

Определимся в дефинициях. По назначению выделяются пассажирские перевозки: а) общего пользования; б) коммерческие; в) туристско-экскурсионные; г) специальные (школьные, вахтовые, доставка работников на

производственные объекты, удаленные от общих линий городского пассажирского транспорта, в отдаленных районах сельской местности и т.п.).

В зависимости от периодичности пассажирские перевозки автомобильным транспортом могут быть разделены на регулярные и нерегулярные. По признаку территориальности маршрутов пассажирские перевозки делятся на городские, пригородные, межсубъектные и международные.

Однако во всех категориях независимо от назначения ключевым требованием для обеспечения полного функционала является безопасность автобусных перевозок. Рассмотрим данные по аварийности на дорогах РФ.

На протяжении последних лет наблюдается устойчивый тренд по снижению количества ДТП на территории всей РФ. Вместе с тем количество аварий по вине водителей автобусов ежегодно растет. Об этом свидетельствует статистика Госавтоинспекции [5]. Наиболее часто встречающимися причинами происшествий являются нарушения правил проезда пешеходных переходов, несоблюдение очередности проезда

неравнозначных перекрестков и безопасной дистанции, выезд на маршрут транспорта с неисправной тормозной и рулевой системами, нарушение режима труда и отдыха водителей [3].

Кроме того, по данным Госавтоинспекции, за первое полугодие 2019 года составлено около 10 тысяч материалов за превышение установленной скорости движения, 97 тысяч - за проезд на запрещающий сигнал светофора, 7,5 тысячи - за нарушение правил расположения автобуса на проезжей части дороги, 46 тысяч - за нарушение правил маневрирования, 80 тысяч - за нарушение требований дорожных знаков и разметки, свыше 85 тысяч административных дел за управление технически неисправными транспортными средствами, при этом из них более 3 тысяч дел - за управление автобусами с заведомо неисправными тормозной системой, рулевым управлением или сцепным устройством. Выявлено 1,7 тысяч нарушений режима труда и отдыха водителей, возбуждено более 17 тысяч материалов за нарушение правил использования тахографов [5].



Рисунок 1. Количество ДТП с участием водителей автобусов и пострадавшие в них.

Большая часть аварий совершается при регулярной перевозке на муниципальных маршрутах. Рассмотрим динамику цифр за последние 5 лет (рис.1).

На диаграмме приведены данные по первому полугодью текущего года, а также за аналогичный период 2015, 2016, 2017 и 2018 гг. [5]. Рассмотрим изменения в динамике. Так, в период с 2015 по 2018 наблюдается устойчивый рост числа ДТП с водителями автобусов и только в текущем году удастся снизить число происшествий, возвратив его на уровень 2017 года. Тем не менее, относительного снижения общей численности аварий данные неутешительны.

Вместе с тем относительно пикового 2017 года в последующем наблюдается незначительное

снижение числа аварий с летальным исходом. Позитивная динамика статистических данных положительно влияет на общую картину, но не улучшает ее состояние в целом.

По количеству раненых в ДТП с участием водителей автобусов четко видна обратная динамика. Тренд стабильного роста количества пострадавших является важным показателем, указывающим на ряд острых проблем в сфере автобусных перевозок.

Одной из таких проблем является эксплуатация устаревших транспортных средств. На данный момент по данным маркетингового агентства Russian Automotive Market Research 70% отечественного автобусного парка составляют автобусы старше 10 лет [4]. При этом 32% имеют возраст более 25 лет, 20% приходится на машины

16-25 лет, автобусы 11-18 лет составляют 18% парка. Часто автобусы попадают в Россию, отслужив уже свой 10-ти летний ресурс в странах Европы. Вместе с тем, необходимо понимать, что в тормозной системе, рулевом управлении, шасси, раме и других деталях и узлах на первый план выходит не только износ, но и усталостная прочность. Определить инструментально ее практически невозможно, необходима металлография. Однако этот метод не используется при проведении технического осмотра транспортного средства даже перед первым выпуском на линию.

В то же время износ – не единственная проблема старой техники. Отсутствие современных систем безопасности (ABS, ASR, Трекшн-контроль, контроль слепых зон, «активные тормоза», круиз-контроль, недостаточное усиление каркаса корпуса) значительно повышает число пострадавших при аварии. В связи с высоким износом автобусного парка было принято постановление правительства, ограничивающее

срок эксплуатации автобусов для перевозки детей 10 годами. Вступление его в силу отложено до 2020 года [7,8].

Еще одной причиной участившихся ДТП является несоблюдение правил компаниями-перевозчиками. Отсутствие предрейсового медицинского осмотра водителей, ненадлежащий контроль за техническим состоянием транспортных средств, несоблюдение правил перевозки организованных групп, в том числе детских, выход из строя либо отсутствие устройств контроля за соблюдением водителями режима труда и отдыха, внесение изменений в конструкцию транспортных средств (установка дополнительных сидений, замена световых приборов, демонтаж систем безопасности) привели только в первом полугодии 2019 года к возбуждению 2 тысячи дел об административных правонарушениях в отношении перевозчиков, 3,5 тысячи дел - в отношении их должностных лиц [5].

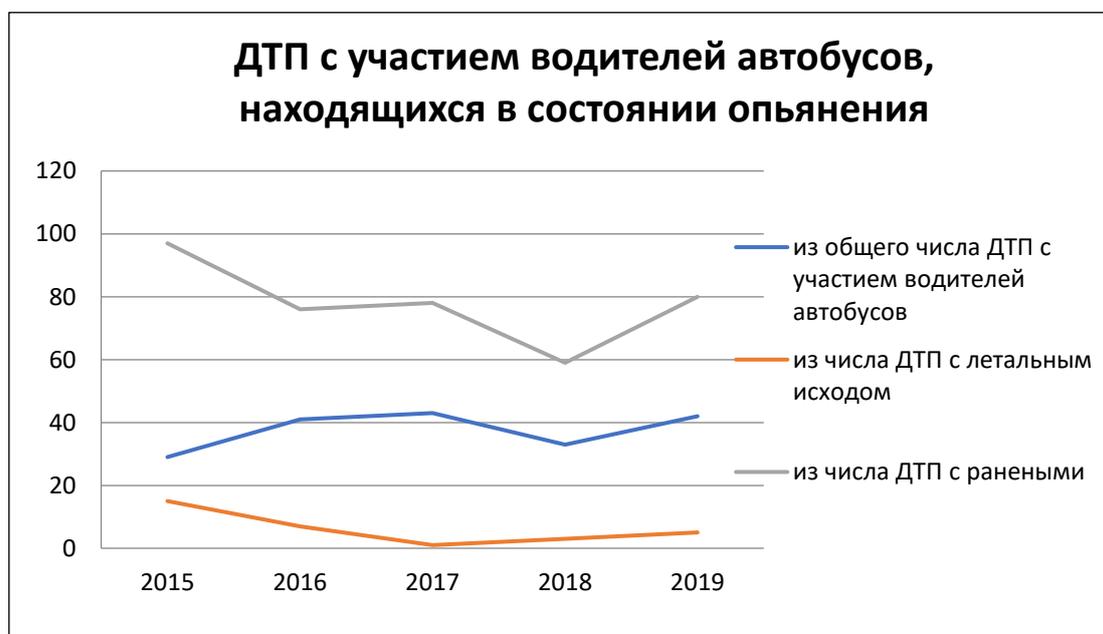


Рисунок 2. Динамика изменения числа ДТП с участием водителей автобусов, находящихся в состоянии опьянения

Низкое качество проведения медицинского осмотра либо полное его отсутствие приводит к выходу на линию водителей в состоянии опьянения. Последствия безответственного подхода более, чем серьезные (рис.2).

Снижение количества пострадавших, достигнутое к 2016г. и снижение общего числа аварий, произошедших по вине водителей, находящихся в состоянии опьянения, к 2018г. сменились ростом всех трех показателей к 2019 г.[5]. Такое изменение прогнозируемо в связи со снижением качества медицинского осмотра и одновременно ростом уровня востребованности автобусных перевозок. Рост тяжести последствий обусловлен ростом износа эксплуатируемых транспортных средств.

Для снижения числа аварий, произошедших по вине водителей автобусов, а также количества пострадавших в них, необходимо:

- соблюдение новых правил по оснащению эксплуатируемых для общественных перевозок транспортных средств приборами учета и контроля функционирования машины и водителя (системы ГЛОНАСС, тахограф) [2,6];
- наличие лицензии на оказание услуг по перевозке людей;
- регулярный жесткий контроль технического состояния транспортных средств;
- своевременное обновление автобусного парка;
- строгий и тщательный предрейсовый осмотр на всех типах перевозок;

- ужесточение наказания компаний-перевозчиков за несоблюдение правил при оказании услуг;
- строгое соблюдение графика перевозок водителем;
- контроль соблюдения пассажирами всех мер безопасности во время следования;
- своевременная подготовка автобусов к зимнему периоду;
- наличие полного пакета документов, соответствующего рейсовому заданию водителя [1];
- соблюдение режима труда и отдыха, наличие двух водителей при необходимости (в зависимости от рейса);
- регулярный контроль соблюдения всех установленных правил перевозки пассажиров со стороны исполнительной власти.

Только соблюдение всех вышеперечисленных требований и своевременное отслеживание качества выполнения норм и правил перевозки пассажиров со стороны всех контролирующих данную область структур позволит обеспечить устойчивое снижение числа аварий, произошедших по вине водителей автобусов, и пострадавших в них, сделав автобусные городские и междугородние перевозки более безопасными.

Список литературы:

1. Документальное сопровождение автобусных перевозок [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.provodim24.ru/>
2. Нормативно-правовая база в области тахографии [Электронный ресурс] // Официальный веб-сайт. – Режим доступа: <http://www.mostahotachograph.ru/>
3. Сведения о ДТП с участием водителей автобусов [Электронный ресурс] // Официальный веб-сайт журнала «За рулем». – 2019. – Режим доступа: <http://zr.ru>
4. Статистические сведения по техническому состоянию автобусного парка [Электронный ресурс] // Официальный веб-сайт Маркетингового агентства Russian Automotive Market Research. – Режим доступа: <http://www.napiinfo.ru/>
5. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] // Официальный веб-сайт Госавтоинспекции МВД России. – 2019. – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru/stat/>
6. Система ГЛОНАСС [Электронный ресурс] // Официальный веб-сайт Центра управления системой ГЛОНАСС. – Режим доступа: <http://www.glonass-iac.ru/>
7. Ресурсы исполнительной власти [Электронный ресурс] // Официальный веб-сайт Министерства транспорта РФ. – Режим доступа: <http://www.mintrans.ru/>
8. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах»: постановление Правительства РФ от 03.10.2013 № 864

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАЛМАНОВСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НАЧАЛЬНОЙ ВЫСТАВКИ БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

*Ключников Алексей Игоревич
космодром Плесецк
Чичкин Игорь Николаевич
космодром Плесецк*

THE USE OF KALMAN FILTERING TO SOLVE THE PROBLEM OF THE INITIAL EXHIBITION OF STRAPDOWN INERTIAL NAVIGATION SYSTEM

*Kluchnykov Aleksey
Kosmodrome Plesetsk
Chichkin Igor'
Kosmodrome Plesetsk*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены актуальность использования бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) в составе системы управления (СУ) перспективной ракеты космического назначения (РКН) легкого класса, существующие проблемы построения такой СУ, сформулирована задача начальной выставки БИНС и представлен возможный вариант её решения при заданных требованиях по точности.

ABSTRACT

The article discusses the relevance of using a strapdown inertial navigation system (SINS) as part of the control system of a promising light-weight space-based rocket (missile), the existing problems of constructing such a control system, formulates the problem of the initial SINS exhibition and presents a possible solution to it under given requirements for accuracy.

Ключевые слова: ракета-носитель легкого класса, бесплатформенная инерциальная навигационная система, начальная выставка, фильтр Калмана.

Keywords: light carrier rocket, strapdown inertial navigation system, initial exhibition, Kalman filter.

Введение

Актуальным направлением дальнейшего развития ракетно-космической техники является создание ракет-носителей (РН) легкого класса. Необходимость создания таких носителей вызвана, с одной стороны, стойкой тенденцией уменьшения массы космических аппаратов (КА) [6], с другой — высокой стоимостью запусков КА на околоземные орбиты с разным наклоном с помощью РН, имеющих в основном избыточную мощность. Конкурентоспособность РН рассматриваемого класса на мировом рынке пусковых услуг зависит от стоимости пуска РН и максимально возможной массы полезной нагрузки.

Перспективным направлением разработки систем управления (СУ) РН легкого класса является замена платформенных инерциальных навигационных систем на бесплатформенные. Помимо меньших стоимости, массы, размеров и энергоемкости СУ, к преимуществам такой системы следует отнести существенное упрощение их механической части, компоновки, отсутствие ограничений по углам разворота, повышение универсальности системы, так как переход к определению тех или иных параметров навигации осуществляется алгоритмически, а также упрощение решения задачи резервирования и контроля работоспособности системы и ее элементов. Вместе с тем, при всех перечисленных положительных факторах на сегодняшний день величины погрешностей бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС) превышают величины погрешностей традиционных платформенных систем управления. В этой связи возникает необходимость построения гибридных систем управления, имеющих одновременно хорошие точностные и эксплуатационные характеристики. Так же проблемным вопросом практического применения БИНС остается аналитическая выставка, в связи с отсутствием совершенных методов начальной ориентации (выставки) и калибровки системы. Данный вопрос достаточно полно отражен в работах С.В.Соколова, В.А.Погорелова, Г.Н.Разоренова, Э.А.Бахрамова [10,9].

В качестве прототипа перспективной ракеты легкого класса, рассматриваемой в данной статье, принята двухступенчатая ракета космического назначения (РКН) «Рокот»,

Основная часть

При бесплатформенной схеме построения системы ориентации датчики размещаются непосредственно на корпусе подвижного объекта или монтируются в блоки, которые затем жестко укрепляются на нем. Поэтому под начальной выставкой БИНС принято понимать геометрический способ согласования приборной системы координат, а следовательно, и системы координат, связанной с корпусом подвижного объекта, с осями стартовой системы, определенным образом ориентированной в азимуте относительно

осей географической системы, либо аналитический метод определения параметров ориентации, характеризующих начальное положение осей приборной системы координат относительно географической системы.

Техническая реализация геометрического способа при высоких требованиях к точности и времени процесса выставки достаточно сложна. Поэтому наиболее перспективным способом выставки в настоящее время является аналитический способ [8].

Наибольший интерес из описанных в источниках [1, 8] представляют следующие способы выставки: выставка вертикали, гироскопирование, выставка по звездам, способ фиксированного азимута, векторное согласование, согласование углов кардановых подвесов, оптическое согласование.

Каждый из этих способов выставки построен на принципе измерения какой-либо определенной векторной величины. Вероятно, наиболее существенное отличие одного способа от другого и состоит в различии природы измеряемых векторов.

Все методы выставки сводятся к определению взаимной ориентации двух координатных систем на основе измерения по крайней мере двух неколлинеарных векторов. Различные методы выставки отличаются друг от друга только способами аппаратной реализации этих измерений.

Взаимная ориентация систем координат определяется в работе углом конечного поворота, который выражается через другие обычно применяемые параметры вращения. Определенный интерес имеют результаты по представлению величины угла конечного поворота в виде функции углов Эйлера и углов между соответствующими осями систем координат.

Измерения, осуществляемые системами нескольких измерителей с одной степенью свободы, позволяют определить направление входного вектора [1].

В настоящее время для начальной выставки РКН «Рокот» используется система прицеливания 14Ш19 совместно с системой управления, предназначенная для осуществления азимутального ориентирования трехстепенного гиросtabilизатора в секторе $\pm 180^\circ$, а также определения азимута базового направления при подготовке к пуску РН легкого класса космического назначения «Рокот» на космодроме «Плесецк».

Прицеливание изделия системой 14Ш19 совместно с аппаратурой заключается в автоматическом наведении рабочей грани многогранной призмы перпендикулярно базовому направлению и выдаче донесения о величине углового рассогласования между нормалью к рабочей грани и базовым направлением, которое используется в бортовых алгоритмах СУ на момент точного приведения [3].

С использованием системы прицеливания

14Ш19 точность выставки вертикали составляет 3 угл. мин., точность выставки азимута - 3 угл. мин., данные величины будем рассматриваются как опорные данные для точности выставки БИНС.

Способы приборной реализации БИНС условно разделены на следующие типы: БИНС, построенные с использованием шести пространственно распределенных акселерометров; БИНС на основе трех одноосных гиросtabilизаторов (ОГС); БИНС на основе трех акселерометров и трех датчиков угловых скоростей (ДУС).

Совершенствование гироскопов на новых физических принципах, прежде всего, лазерных гироскопов (ЛГ) вызвало бурное развитие БИНС третьего типа, который на сегодняшний день является наиболее перспективным вариантом построения навигационных систем (НС) подвижных объектов. Преимуществом НС, построенных на основе трех акселерометров и трех ДУСов, является возможность, с одной стороны, использовать чувствительный элемент (ЧЭ) с потенциально возможной на сегодняшний день точностью измерения, а с другой, - исключить погрешности, вызванные случайными уходами ОГС. Таким образом, данный тип БИНС нашел самое широкое применение; в навигации современных подвижных объектов [10].

Очевидно, что использование БИНС при разработке перспективной СУ РН необходимо позволит минимизировать приборный состав, уменьшить габариты, массу и энергопотребление, что в конечном итоге приведет к снижению стоимости запуска.

Масса комплекса командных приборов РКН «Рокот», вырабатывающего информацию об угловом положении и скоростных параметрах движения РН, составляет 36 кг при максимальном энергопотреблении 340 Вт; масса современных отечественных БИНС, в том числе с

интегрированным приемником спутниковой навигационной системы - от 1,5 до 4 кг. При выигрыше по массе в 32 кг, экономия по стоимости одного пуска составит 750000 долларов. Также возможно использование данного выигрыша по массе для увеличения количества устанавливаемых в космическую головную часть КА, постановки дополнительных аккумуляторных батарей на КА или увеличения его запасов компонентов ракетного топлива, что приведет к увеличению срока активного существования КА в процессе функционирования на орбите.

Для построения БИНС был проведен анализ существующих акселерометров, который показал, что унифицированные приборы измерения приращения кажущейся скорости для построения БИНС перспективной РН легкого класса могут быть построены на базе имеющихся измерителей параметров движения. В частности, большой интерес представляют макромеханические акселерометры компенсационного типа, например, серии «ДА», а также интегральные, например, серий «А» и «АТ». По сравнению с другими аналогичными по назначению приборами они имеют малые массогабаритные характеристики, высокую надежность, низкое энергопотребление и приемлемую стоимость. Расширение диапазона измеряемых ускорений позволит использовать их в БИНС перспективной РН легкого класса.

Рассмотрим автономный способ начальной выставки БИНС на неподвижной относительно Земли РН. В данном случае входной измерительной информацией являются ускорение силы тяжести для акселерометров и угловая скорость суточного вращения Земли для ДУС. Допустим, в начальный момент времени РН занимает произвольное положение относительно географического трехгранника $OX_gY_gZ_g$, определяемое углами ψ_0 , θ_0 , γ_0 (рис. 1). Углы ψ_0 , θ_0 , γ_0 являются искомыми для решения задачи начальной выставки.

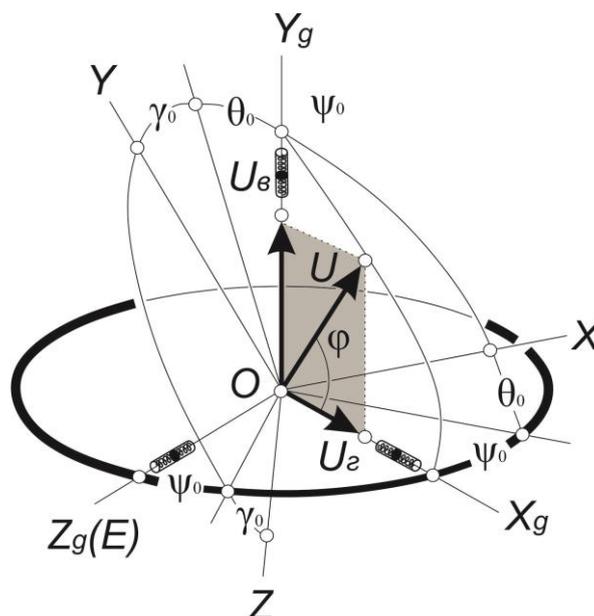


Рисунок 1 Взаимное положение связанного и географического трехгранников в начальный момент времени

Пользуясь рис. 1, проекция вектора ускорения силы тяжести на оси связанной системы координат определяется выражением:

$$\begin{pmatrix} g_X \\ g_Y \\ g_Z \end{pmatrix} = A \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ g \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} g \cdot \sin \theta_0 \\ g \cdot \cos \gamma_0 \cdot \sin \theta_0 \\ -g \cdot \sin \gamma_0 \cdot \sin \theta_0 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Пользуясь показаниями акселерометров, определяют начальные углы тангажа и крена:

$$\begin{pmatrix} \omega_X \\ \omega_Y \\ \omega_Z \end{pmatrix} = A \cdot \begin{pmatrix} U_\Gamma \\ U_B \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U_\Gamma \cdot \cos \theta_0 \cdot \cos \psi_0 + U_B \cdot \sin \theta_0 \\ U_\Gamma \cdot (-\cos \gamma_0 \cdot \cos \psi_0 \cdot \sin \theta_0 + \sin \gamma_0 \cdot \sin \psi_0) + U_B \cdot \cos \gamma_0 \cdot \cos \theta_0 \\ U_\Gamma \cdot (\sin \gamma_0 \cdot \cos \psi_0 \cdot \sin \theta_0 + \cos \gamma_0 \cdot \sin \psi_0) - U_B \cdot \sin \gamma_0 \cdot \cos \theta_0 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Начальное значение угла рыскания может быть получено по информации ДУС и найденному по формуле (2) углу тангажа θ_0 .

$$\psi = \arccos \frac{\omega_X - \sin \theta_0 \cdot U_B}{U_\Gamma \cdot \cos \theta_0} = \arccos \frac{\omega_X - U \cdot \sin \theta_0 \cdot \sin \varphi}{U \cdot \cos \varphi \cdot \cos \theta_0}. \quad (5)$$

После определения начальных значений углов ψ_0 , θ_0 и γ_0 возможно рассчитать начальную матрицу перехода $C(t_0)$ либо начальный кватернион $\Lambda(t_0)$ в зависимости от используемого алгоритма.

С учетом того факта, что функционирование БИНС осуществляется в условиях вибрациях основания введем в модель акселерометра возмущающее воздействие в виде белого гауссовского шума с амплитудой и частотой, которые были получены и зафиксированы системой виброизмерений РКН «Рокот».

С учетом модели помех акселерометров и наличия вибраций, проведя моделирование, найдем

$$\theta_0 = \arcsin \frac{g_X}{g}; \quad (2)$$

$$\gamma_0 = \arctg \left(-\frac{g_Z}{g_Y} \right). \quad (3)$$

По информации акселерометров невозможно определить ориентацию БИНС в азимуте (по углу ψ_0). Для этого привлекают сигналы ДУС:

Из (4) следует:

начальные углы тангажа и крена по формулам (2-3), учитывая допущение, что РКН строго отвёртикализована.

Значения углов тангажа и крена составили 30 угл. мин. и 44 угл. мин. соответственно.

В дальнейшем определяется точность выставки вертикали как разницу между измеренными значениями углов тангажа и крена и истинным значением этих углов равных нулю с учетом принятого допущения.

Результаты измерений и общие данные по существующим и перспективным РКН представлены в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование РКН | РКН «Рокот» | РКН легкого класса |
|--|---|--------------------------------|
| Индекс РН | 14А05 | - |
| Масса РН (max, т) | 107,5 | - |
| Наличие гиростабилизированной платформы в составе системы управления движением (СУД) РН | Есть | Нет |
| Индекс аппаратуры, выполняющей расчет навигационных параметров, её масса (кг), максимальная потребляемая мощность (Вт) | ККП (14М20.001+14М20.005) 36 кг 340 Вт | - БИНС 1,5-4 кг 30 Вт |
| Используемый метод начальной выставки | Метод оптического согласования | Выставка вертикали |
| Время выставки (ч) | 38 | менее 2 |
| Количество задействованного БР (чел.) | 10 | - |
| Точность выставки вертикали (угл. мин.) | 3 | 44 |
| Точность выставки азимута (угл. мин.) | 3 | - |
| Необходимость наличия дополнительного оборудования для решения задачи выставки | Есть | Нет |
| Наличие навигационной аппаратуры потребителя в составе СУД РН | Нет | Да |

По результатам моделирования сделаны выводы, что точность выставки при использовании БИНС не может быть решена с заданной точностью уже на этапе выставки вертикали. Одним из путей решения этой задачи является создание эффективных алгоритмов обработки информации, направленных на уменьшение влияния случайных

ошибок измерителей. Компенсацию этих ошибок выполняется на основе двух различных принципов: фильтрации сигнала и его коррекции при помощи добавления к нему определенного внешнего сигнала. Фильтрация сигнала имеет то несомненное преимущество, что она может быть выполнена автономными средствами и не требует

применения дополнительных датчиков и оборудования [1,2]. Широкое применение в комплексных навигационных системах получил оптимальный фильтр Калмана, его преимуществом является то, что он представляет собой легко реализуемый на ЭВМ рекуррентный алгоритм, вырабатывающий оптимальную оценку параметров динамической системы [5].

Рассчитанные по формулам (2-3) углы тангажа и крена были просчитаны с использованием структурной схемы, представленной на рис. 2, и следующих значений инструментальных погрешностей маятникового акселерометра и погрешностей, характеризующих условия функционирования акселерометров и ДУС:

$\Delta k_{np}(T)=0,1\%$ – отклонение масштабного коэффициента (крутизны характеристики) от номинального значения (нестабильно от запуска к запуску);

$\Delta a_0 \in [-1 \cdot 10^{-2} \div 1 \cdot 10^2]$ м/с² – диапазон погрешности акселерометра, характеризующий дрейф нуля;

$a_{шум} \in [-1 \cdot 10^{-2} \div 1 \cdot 10^2]$ м/с² – диапазон погрешности акселерометра, вызванный присутствием в выходном сигнале акселерометра белого шума.

$T \in [20 \div 25]^{\circ}C$ – диапазон температур функционирования акселерометра;

$a_{OY_ВИБР} \in [-6 \cdot 10^{-2} \div 6 \cdot 10^2]$ м/с² – диапазон возмущающих воздействий, действующих вдоль оси OY;

$a_{OX_ВИБР} \in [-0,15 \div 0,15]$ м/с² – диапазон возмущающих воздействий, действующих вдоль оси OX;

$a_{OZ_ВИБР} \in [-0,125 \div 0,125]$ м/с² – диапазон возмущающих воздействий, действующих вдоль оси OZ.

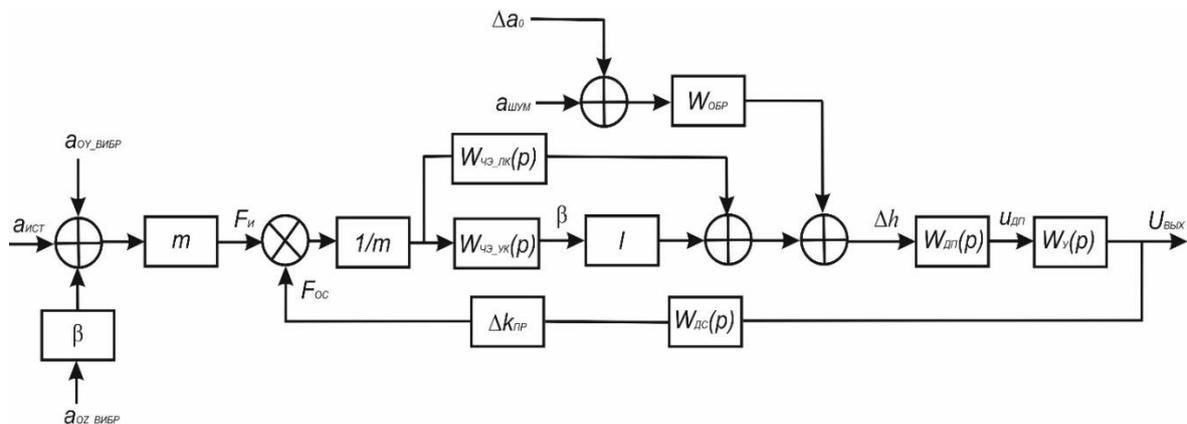


Рисунок 2 Структурная схема маятникового акселерометра с учетом имеющихся погрешностей и внешних возмущающих воздействий'

Физический смысл передаточных функций и соответствующих коэффициентов, изображенных

на структурной схеме маятникового акселерометра представлен в таблице 2.

Таблица 2

| | |
|--|---|
| m | масса чувствительного элемента (ЧЭ) |
| $W_{ЧЭ_ЛК} = \frac{k_{ЧЭ_ЛК}}{T^2 p^2 + 2\xi T p + 1}$ | передаточная функция ЧЭ по линейной координате |
| $W_{ЧЭ_УК} = \frac{k_{ЧЭ_УК}}{T^2 p^2 + 2\xi T p + 1}$ | передаточная функция ЧЭ по угловой координате |
| $l = l_M/2$ | расстояние от начала пластины до центра масс |
| $W_{ОБР} = k_{ЧЭ} \cdot l$ | вспомогательная передаточная функция ЧЭ, характеризующая инструментальные погрешности акселерометра |
| $W_{ДП} = k_{ДП}$ | передаточная функция датчика перемещения |
| $W_У = k_У$ | передаточная функция усилителя |
| $W_{ДС} = k_{ДС}$ | передаточная функция датчика силы в цепи обратной связи |
| Δk_{np} | коэффициент, характеризующий отклонение масштабного коэффициента от номинального значения |

При расчете передаточных функций по линейной и угловой координатам были использованы следующие значения:

- коэффициенты передачи ЧЭ по линейной и угловой координате, постоянная времени ЧЭ и его относительный коэффициент демпфирования:

$$k_{чз_лк} = \frac{m(a_m k_{12}/2 - k_{22})}{n(k_{11} k_{22} - k_{12}^2 - mg(a_m k_{11}/2 - k_{12}))} = -1,5204 \cdot 10^{-6} \text{ c}^2/\text{M};$$

$$k_{чз_ук} = \frac{m(a_m k_{11}/2 - k_{21})}{n(k_{11} k_{22} - k_{12}^2 - mg(a_m k_{11}/2 - k_{12}))} = 0,0037 \text{ c}^2/\text{M}^2;$$

$$T = \sqrt{\frac{J_A k_{11}}{n(k_{11} k_{22} - k_{12}^2)}} = 4,61 \cdot 10^{-3} \text{ c};$$

$$\xi = \frac{k_{\delta\beta} k_{11}}{2\sqrt{J_A k_{11} n(k_{11} k_{22} - k_{12}^2)}} = 16,3459;$$

- момент инерции маятника относительно оси, проходящей через центр масс:

$$J_C = \frac{m}{12} \cdot (a_M^2 + c_M^2) = 1,7748 \cdot 10^{-9} \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

- момент инерции маятник:

$$J_A = J_C + m \left(\frac{a_M}{2}\right)^2 = 7,0902 \cdot 10^{-9} \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

- момент инерции поперечного сечения балки:

$$I = \frac{1}{12} b_n c_n^3 = 6,3234 \cdot 10^{-19} \text{ м}^4;$$

- коэффициенты линейной жесткости по линейному и угловому перемещению ЧЭ:

$$k_{11} = \frac{12EI}{a_n^3} = 2,0364 \cdot 10^3 \text{ Н/м};$$

$$k_{12} = k_{21} = -\frac{6EI}{a_n^2} = -0,8197 \text{ Н};$$

$$k_{22} = \frac{4EI}{a_n} = 4,3989 \cdot 10^{-4} \text{ Н/м}.$$

Для решения задачи выставки БИНС с заданной точностью на этапе выставки вертикали предлагается использовать автоколебательный режим работы акселерометров [4] и принцип спаривания акселерометров как частный случай информационной избыточности [7] совместно с введением в измерительную схему акселерометра фильтра Калмана. В таком случае структурная схема, представленная на рис. 2, примет вид (рис. 3):

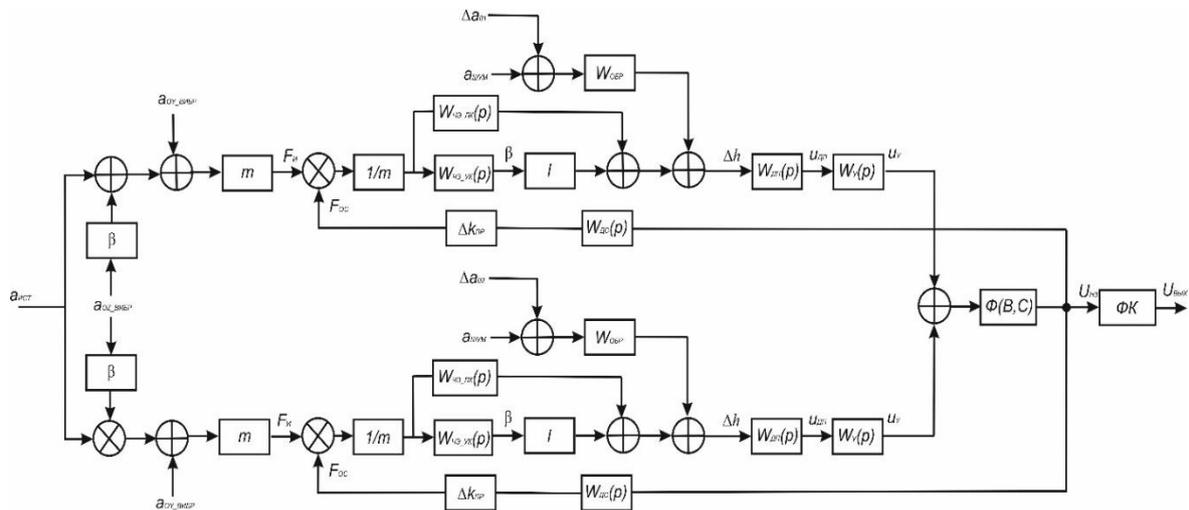


Рисунок 3 Структурная схема спаренных маятниковых компенсационных акселерометров в автоколебательном режиме, работающих совместно с фильтром Калмана

В результате моделирования с использованием структурной схемы, представленной на рис. 3, были получены значения предельных погрешностей и

углов тангажа и крена, представленные в таблице № 4.

Таблица 4

| | $\Delta a_0(3\sigma)$ | $\Delta k_{пр}(3\sigma)$ | $a_{шум}(3\sigma)$ | $a_{OY_вибр}(3\sigma)$ | $a_{OX_вибр}(3\sigma)$ | $a_{OZ_вибр}(3\sigma)$ |
|---|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Акселерометры, расположенные на оси OY | 0,0055 | 0,01 | 0,00044 | 0,00053 | | |
| Акселерометры, расположенные на оси OX | 0,0055 | 0,01 | 0,00044 | 0,0013 | | |
| Акселерометры, расположенные на оси OZ | 0,0055 | 0,01 | 0,00044 | 0,0011 | | |
| Результаты вычисления углов тангажа и крена | | | | | | |
| $\vartheta_0 = 2,91 \text{ угл. мин.}$ | | | $\psi_0 = 2,80 \text{ угл. мин.}$ | | | |

Значения вычисленных углов тангажа и крена, согласно имеющейся модели, с учетом внешних возмущающих воздействий составили 30 угл. мин. и 44 угл. мин. соответственно, что соответствует требованиям по точности выставки вертикали, представленным в таблице 1.

Заключение

В результате моделирования можно сделать вывод, что задача выставки вертикали РН может быть решена с заданными требованиями по точности с использованием в составе СУ БИНС, построенной на основе ДУС и спаренных маятниковых компенсационных акселерометров,

функционирующих в автоколебательном режиме и работающих совместно с фильтром Калмана.

Список использованных источников

1. А. Липтон Выставка инерциальных систем на подвижном основании. – М.:Наука, 1971. – 168 с.
2. Дмитриев С.П., Шимелевич Л.И. Нелинейные задачи обработки навигационной информации Ленинград.: ЦНИИ «Румб», 1977. – 88 с.
3. Изделие 14А05 Инструкция по прицеливанию / РКН 14А05 ИЭ 29, 1999 – 47 с.
4. Лучко С.В., Ватулин М. А. Компенсационный акселерометр в режиме автоколебаний. – Изв. ВУЗов. Приборостроение. 2005. Т.48, №6, стр.62.
5. Матвеев В.В., Распопов В.Я. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем / Под общ. ред. В. Я. Распопова. – СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009. – 280 с.
6. Международные тенденции создания и

эксплуатации малых космических аппаратов / В.И. Лукьященко, В.К. Саульский, В. А. Шучев [и др.] // III Международная конференция - выставка «Малые спутники» 27 - 31 мая 2002. г. Королев, Моск. обл. ЦНИИМАШ. - Кн. 1.

7. Назаров Б. И., Черников С. А., Хлебников Г. А., Верхов Г.В. Командно-измерительные приборы / Под редакцией Б. И. Назарова – М.: Министерство обороны СССР, 1987. – 639 с.

8. Пельпор Д.С. Гироскопические системы. Гироскопические приборы и системы/ Под редакцией доктора технических наук, профессора Д.С.Пельпора/ Издание второе переработанное и дополненное – М.:Высшая школа, 1988. – 424 с.

9. Разоренов Г.Н., Бахрамов Э.А., Титов Ю.Ф. Системы управления летательными аппаратами (баллистическими ракетами и их головными частями): учебник для вузов М.: МАШИНОСТРОЕНИЕ, 2003. – 584 с.

10. Соколов С.В., Погорелов В.А. Основы синтеза многоструктурных бесплатформенных навигационных систем / Под ред. В. А. Погорелова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 184 с.

УМЕНЬШЕНИЕ СИЛ ДЕЙСТВУЮЩИХ В РЯДУ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА АГРЕГАТА ПУТЕМ ЗАМЕНЫ МАТЕРИАЛА ЭЛЕМЕНТОВ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Кобыльский Роман Эдуардович

Магистрант кафедры

“Холодильная и компрессорная техника и технология”,

г. Омск

Дёмин Игорь Сергеевич

Магистрант кафедры

“Холодильная и компрессорная техника и технология”,

г. Омск

Зуев Сергей Алексеевич

Магистрант кафедры

“Холодильная и компрессорная техника и технология”,

г. Омск

АННОТАЦИЯ

Предложен метод уменьшения сил действующих в ряду поршневого компрессорного агрегата путем замены материалов кривошипно-шатунного механизма на антифрикционный синтетический материал Zedex 100K. В результате выполненных расчетов по уравниванию сил инерции неуравновешенных вращающихся масс был получен выигрыш в массе. Проанализировано влияние выигрыша в массе на суммарную газовую силы и ее составляющие. Построена диаграмма сил инерции для стандартных материалов и Zedex 100K.

ABSTRACT

A method is proposed for reducing the forces acting in a piston compressor row by replacing the materials of the crank mechanism with an antifriction synthetic material Zedex 100K. As a result of the calculations for balancing the inertia forces of unbalanced rotating masses, a gain in mass was obtained. The effect of mass gain on the total gas force and its components is analyzed. An inertia force diagram was constructed for standard materials and Zedex 100K.

Ключевые слова: кривошипно-шатунный механизм, поршневой агрегат, газовые силы, уравнивание, выигрыш масс.

Keywords: crank mechanism, piston unit, gas forces, balancing, mass gain.

Введение

На сегодняшний день поршневые компрессорные агрегаты широко применяются в различных отраслях промышленности. Одной из основных проблем поршневого компрессора является кривошипно-шатунный механизм,

который создает колебания и вибрации в связи с большими трудностями его полного уравнивания. Кроме того, ресурс работы поршневого компрессора в значительной степени определяется износом боковой поверхности поршня из-за наличия усилий, передаваемых ему со

стороны кривошипно-шатунного механизма. В связи с этим стоит актуальная задача по поиску путей исключения этих усилий, уменьшения вибраций и улучшения уравнивания [1].

Кривошипно-шатунный механизм является одним из важнейших узлов в поршневом компрессоре, от работы которого зависят основные показатели компрессора. Кривошипно-шатунный механизм должен обладать достаточными прочностными характеристиками, обеспечивающими необходимую надежность и долговечность в условиях высоких динамических, механических и тепловых нагрузок. При этом он должен обладать малой массой, высокой износостойкостью контактных поверхностей, низкими потерями на трение при минимальных зазорах в цилиндре, оптимальной теплопроводностью и малым коэффициентом теплового расширения.

Постановка задачи

Современное развитие полимерных материалов позволяет использовать композитные антифрикционные синтетические материалы в ответственных узлах механизмов. Использование полимерных композитных материалов способствует решению проблем износа деталей в узлах и механизмах трения-скольжения, а также снижению веса деталей за счет малой плотности,

при этом обеспечивая достаточные прочностные характеристики.

Объектом исследования в данной работе является поршневой компрессорный агрегат КУ-10М и возможность использования уникального композитного антифрикционного синтетического материала "Zedex 100K" для элементов кривошипно-шатунного механизма вместо стандартных: сталь 40 для шатуна и АЛ1 для поршня [2], что позволит уменьшить массы элементов кривошипно-шатунного механизма.

Снижение массы элементов кривошипно-шатунного механизма способствует уменьшению сил инерции действующих в ряду компрессора, которые в свою очередь снизят вибрации, что позволит соорудить менее массивный фундамент, уменьшить: массу противовесов, суммарную поршневую силу, износ боковой поверхности поршня и т.д.

Теория

Для оценки прочностных характеристик поршня и шатуна из материала ZEDEX 100K был использован программный модуль Ansys Static Structural с предварительно созданными 3D моделями в программе КОМПАС 3D, с использованием реальных размеров деталей. На рисунке 1 представлена 3D модель тронкового поршня компрессора КУ-10М, на рисунке 2 представлена 3D модель шатуна.



Рисунок 1. 3D модель тронкового поршня



Рисунок 2. 3D модель шатуна

Применение композитного материала Zedex 100K позволяет значительно уменьшить массы изделий за счет низкой плотности. В таблице 1 представлены массы деталей из стандартных материалов и композитного материала. Как видно из таблицы 1 замена материала для шатуна

позволит уменьшить массу до 1 кг, данный выигрыш обусловлен значительностью разностью плотностей материалов. Учитывая, что в компрессорном агрегате КУ-10М используется два поршня и два шатуна суммарный выигрыш в массе составит более 2 кг.

Таблица 1.

СРАВНЕНИЕ МАСС

| Масса | Стандартный материал | Zedex 100k |
|------------------------------|----------------------|------------|
| Поршень, кг | 0,28 | 0,13 |
| Шатун, кг | 1,1 | 0,2 |
| Выигрыш в массе, поршень, кг | 0,15 | |
| Выигрыш в массе, шатун, кг | 0,9 | |
| Суммарный выигрыш, кг | 2,1 | |

Уменьшение суммарной массы позволит улучшить динамику кривошипно-шатунного механизма. Для этого рассмотрим этапы уравновешивания сил инерции неуравновешенных вращающихся масс для элементов кривошипно-шатунного механизма. Для удобства ориентирования присвоим индексы "ст" для стандартных материалов и "z" для zedex 100k. Массы элементов кривошипно-шатунного механизма сведены в таблицу 2.

Механизм движения компрессора - коленчатый вал, шатун, поршень. Из них поршень, совершает только возвратно-поступательное

движение, коленчатый вал - вращательно движение, шатун - сложно - плоское, которое можно рассматривать как результат сложения двух движений: возвратно - поступательное вместе с поршнем и вращательное вместе с коленчатым валом. В связи с этим массу шатуна разбивают на две части: $m_{шт} = 0,3m_{ш}$ и $m_{ршт} = 0,7m_{ш}$ [3].

где: - $m_{шт}$ - масса шатуна

Тогда с учетом всех данных получим поступательную и вращательную массу шатуна:

$$m_{штст} = 0,33 \text{ кг}; m_{штz} = 0,06 \text{ кг.}$$

$$m_{рштст} = 0,77 \text{ кг}; m_{рштz} = 0,14 \text{ кг.}$$

Таблица 2.

МАССА ЭЛЕМЕНТОВ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

| Элемент кривошипно-шатунного механизма | Масса, стандартный материал, кг | Масса, zedex 100k, кг |
|--|---------------------------------|-----------------------|
| Поршень $m_{п}$ | 0,28 | 0,13 |
| Шатун $m_{ш}$ | 1,1 | 0,2 |
| Колено вала $m_{к}$ | 5,6 | 5,6 |

Массу колена вала, совершающую вращательное движение, приводят к пальцу кривошипа. Таким образом, масса возвратно-поступательно движущихся частей будет определяться по формуле:

$$m_{si} = m_{ni} + m_{wsi} \quad (1)$$

где: - m_{ni} масса возвратно-поступательных движущихся частей, m_{wsi} - масса шатуна совершающая возвратно-поступательное в движение.

Тогда с учетом всех данных массы возвратно-поступательно движущихся частей составит:

$$m_{стст} = 0,33 + 0,28 = 0,36 \text{ кг}$$

$$m_{стz} = 0,06 + 0,13 = 0,19 \text{ кг}$$

Масса вращающейся частей определяется по формуле 2 и составит:

$$m_{ri} = m_{к} + 2m_{wр} \quad (2)$$

где: - $m_{к}$ - масса колена вала, $m_{wр}$ масса шатуна совершающая вращающее движение.

$$m_{рстст} = 5,6 + 2 * 0,77 = 7,14$$

$$m_{рстz} = 5,6 + 2 * 0,14 = 5,8$$

Вращающиеся массы могут быть частично уравновешены с помощью двух одинаковых противовесов закрепленными на щеках коленчатого вала со стороны, противоположной

шейке. Если радиус крепления противовесов равен радиусу кривошипа, то их общая масса составит:

$$m_{прст} = \frac{m_r}{2} = \frac{7,14}{2} = 3,6 \text{ кг}$$

$$m_{прz} = \frac{m_r}{2} = \frac{5,8}{2} = 2,9 \text{ кг}$$

Массы возвратно-поступательно движущихся частей по рядам одинаковы. Результирующая сила инерции первого порядка в этом случае постоянна по модулю, направлена по радиусу кривошипа и может быть уравновешена с помощью двух дополнительных противовесов с общей массой m_s , если радиус крепления противовесов и радиус кривошипа равны.

$$m_{спрст} = \frac{0,36}{2} = 0,18 \text{ кг}$$

$$m_{спrz} = \frac{0,19}{2} = 0,095 \text{ кг}$$

Суммарная масса противовесов составит:

$$m_{прст} = 3,6 + 0,18 = 3,78 \text{ кг}$$

$$m_{прz} = 2,9 + 0,095 = 2,995 \text{ кг}$$

Результаты расчетов свидетельствуют о том, что замена материала уменьшит не только поступательные, но и вращательные массы, что способствует уменьшению массы противовесов, а

также снизит нагрузку на фундамент и ослабит колебания с вибрациями.

Как видно из формулы 3, уменьшая массу возвратно-поступательно движущихся частей мы способствуем снижению сил инерции действующих в ряду компрессора. На рисунке 3 показано как изменится сила инерции при замене материалов.

$$I_s = m_s \cdot r \cdot \omega^2 (\cos \alpha + \lambda \cdot \cos 2 \cdot \alpha) \quad (3)$$

где: - m_s - масса возвратно-поступательно движущихся частей, r - радиус кривошипа, ω - угловая скорость вращения вала, λ - отношение радиуса кривошипа к длине шатуна, α - угол поворота вала

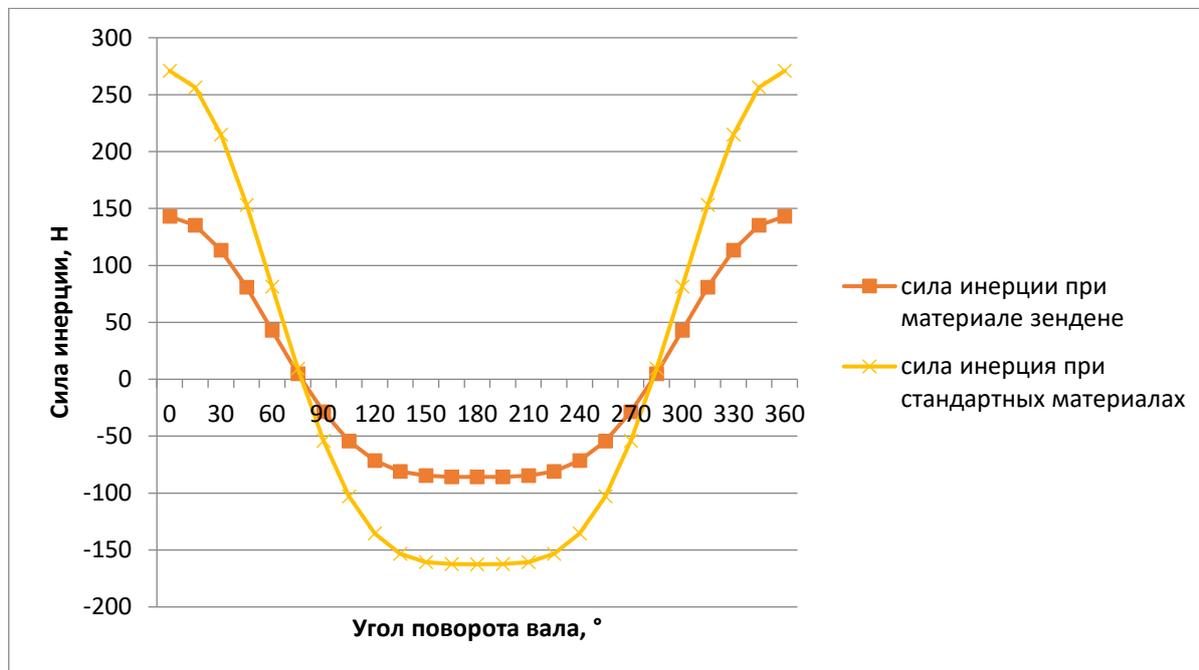


Рисунок 3. График изменения сил инерции

Рисунок 3 свидетельствует о том, что сила инерции при замене материала уменьшится почти в два раза, соответственно исходя из формулы 4 суммарная сила газа направленная вдоль оси цилиндра, уменьшится на величину пропорционально силам инерции, то есть в два раза.

$$P_{\Sigma} = P_r + I_s + P_{тр} + P''_r \quad (4)$$

где: - P_r - газовая сила, действующая на поршень со стороны крышки, I_s - сила инерции поступательно движущихся масс, $P_{тр}$ - сила трения в поступательно движущихся парах, P''_r - сила давления газа в картере

$$N = tg \beta \cdot P_{\Sigma} \quad (5)$$

где: - β - угол между осями цилиндра и шатуна, P_{Σ} - суммарная газовая сила

Уменьшение суммарной газовой силы, согласно формулы 5 снизит нормальные силы действующие на стенки цилиндра в два раза, соответственно уменьшится нагрузка на цилиндропоршневое уплотнение, что увеличит ресурс работы всего компрессорного агрегата.

Использование программного модуля Ansys Static Structural позволяет на основе механических свойств материала оценивать его прочностные характеристики и предельные нагрузки способствующие его разрушению, ориентируясь на запас прочности. Используя механические свойства материала Zedex 100K приведенные в таблице 3 был проведен прочностной анализ поршня и шатуна. Прочностной анализ проводился при следующих условиях: Давление нагнетания - 0,8 МПа, Температура в камере - 50 °С.

Таблица 3.

ТАБЛИЦА МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

| | АЛ1 | Сталь 40 | Zedex 100K [4] |
|-------------------------------|------|----------|----------------|
| Плотность, кг/м ³ | 2750 | 7800 | 1350 |
| Теплопроводность, Вт/м·град | 168 | 51 | 0,24 |
| Прочность при сжатии, МПа | 280 | 250 | 78 |
| Прочность при растяжении, МПа | 280 | 250 | 73 |
| Температура плавления, °С | 635 | 1450 | 255 |

На рисунке 4 и 5 представлены основные граничные условия. Фиксация поршня на шатуне задана при помощи команды Cylindrical Support в

месте под поршневой палец. Шатун зафиксирован в месте под шатунную шейку при помощи команды Cylindrical Support. После задания всех граничных

условий и фиксации, можно запускать расчет на прочность.

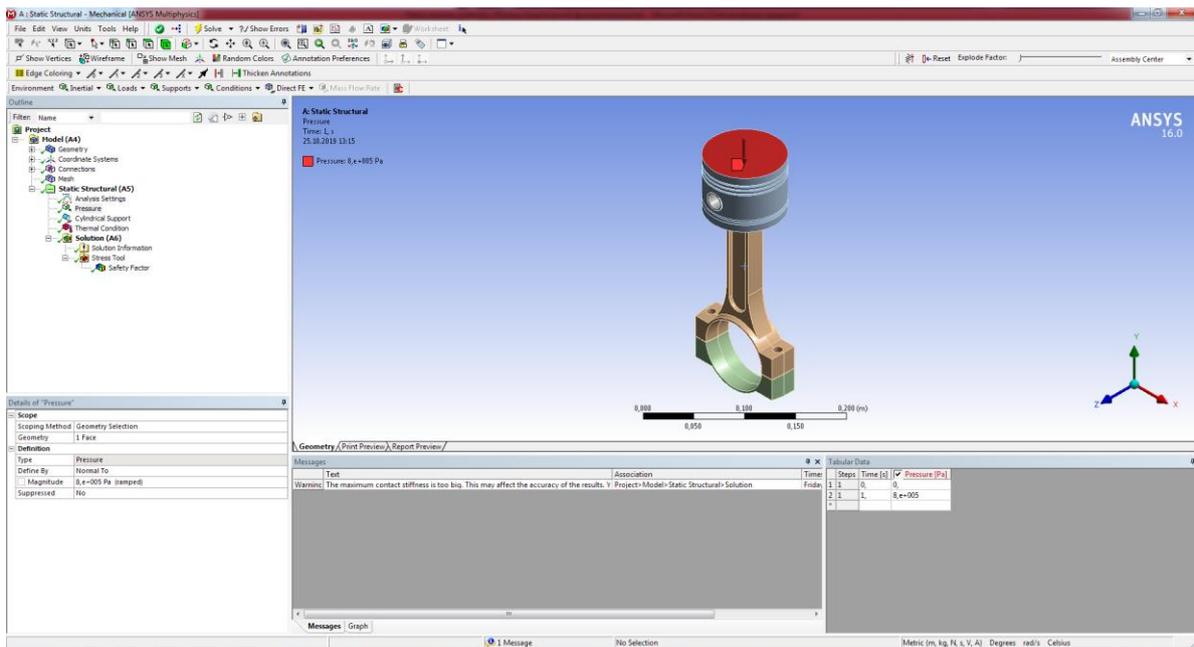


Рисунок 4. Давление нагнетания

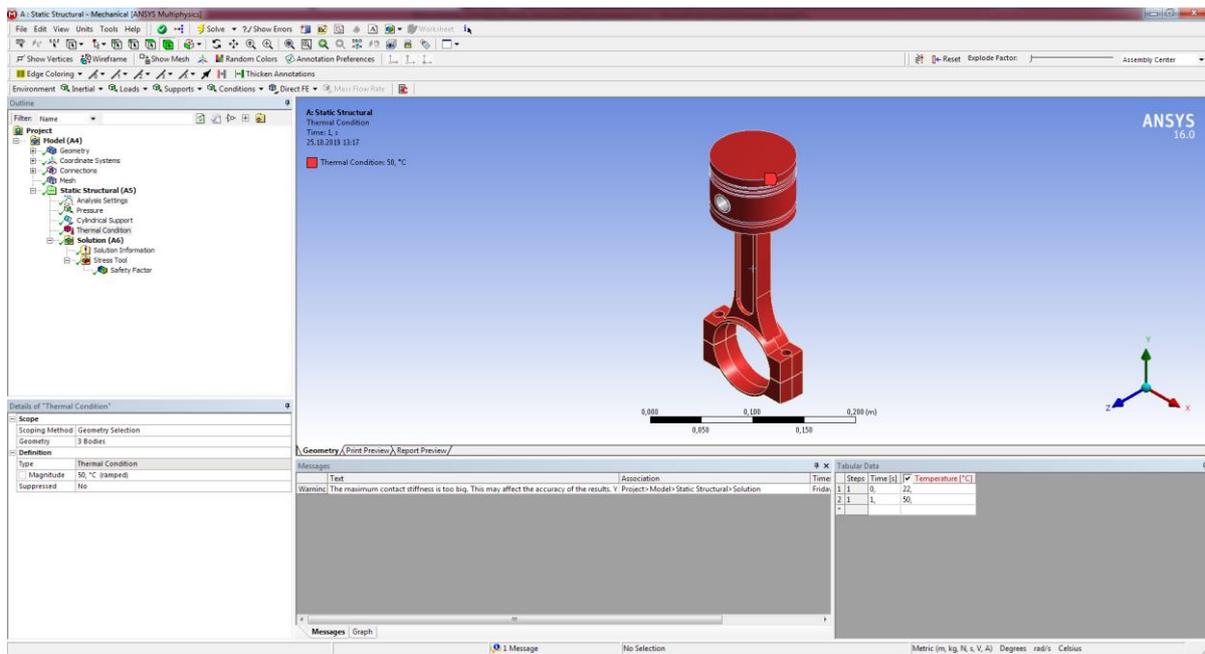


Рисунок 5. Температура в камере

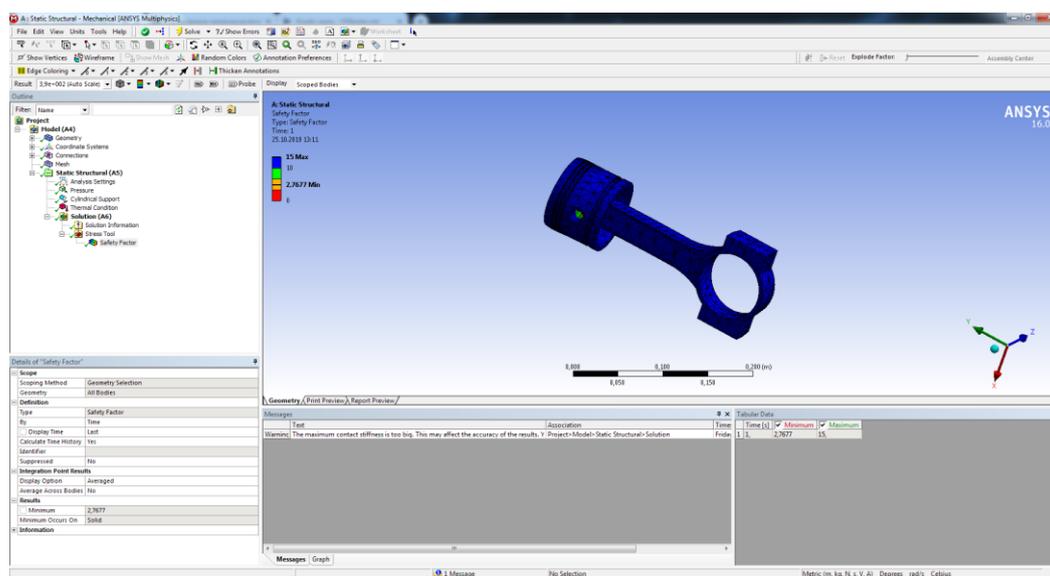


Рисунок 6. Запас прочности

Согласно рисунку 6, запас прочности больше единицы, соответственно элементы кривошипно-шатунного механизма из композитного антифрикционного синтетического материала

zedex 100k выдержат заданную нагрузку и подтвердили свою возможность использования в реальных компрессорных агрегатах.

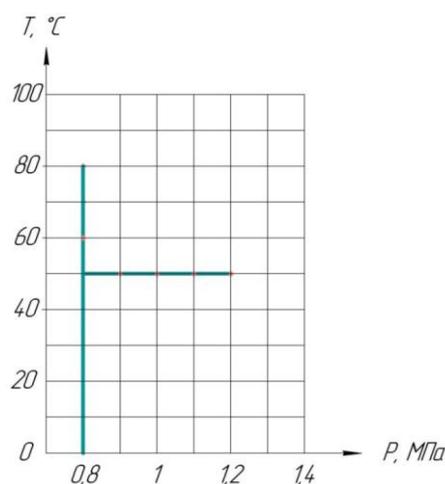


Рисунок 7. Предельные нагрузки

На рисунке 7 представлены предельные нагрузки при которых антифрикционный синтетический материал zedex 100k способен работать. При давлении 0,8МПа данный материал способен работать до 80 °С, при температуре 50 °С данный материал способен работать до давления 1,2 МПа.

Заключение

Проведенные теоретические исследования показали, что замена стандартных материалов на композитный антифрикционный синтетический материал zedex 100k способствует уменьшению веса всего агрегата более чем на 3 кг за счет уменьшения веса как самого поршня и шатуна, так и противовесов. Замена материала приведет к уменьшению возвратно-поступательных движущихся масс, которые в свою очередь уменьшают силы инерции действующие в ряду компрессора, соответственно уменьшится нагрузка на фундамент компрессора, снизятся колебания и

вибрации. Уменьшение сил инерции пропорционально уменьшит нормальные силы действующие на стенки цилиндра, соответственно уменьшится нагрузка на цилиндропоршневое уплотнение, что увеличит ресурс работы всего компрессорного агрегата.

Список литературы:

- 1.Лысенко Е.А., Болштанский А.П, Кузеева Д.А. Бирюкова Д.В. Снижение вибрации поршневого компрессора пневматических систем автотранспорта // Вестник СибАДИ, выпуск 3(37), 2014.- 17-22 с.
- 2.Пластинин, П.И. Теория и расчёт поршневых компрессоров [Том 1]:– М.: ВО "Агропромиздат", 1987.– С. 135.
- 3.Пластинин, П. И. Поршневые компрессоры. В 2 т. Т. 1. Теория и расчёт / П. И. Пластинин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2000. – 208 с.
- 4.<http://www.partia-service.ru/zedex-100.html>

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SEASONAL VIBRATIONS ON THE QUALITY OF RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF ALCOHOLIC PRODUCTS

Kosogorova Anastasiia K.

master student

MOSCOW state University of technology and management

named after K. G. Razumovsky (PKU),

Moscow, Russia

Makarov Sergey Yuryevich

Ph. D., associate Professor

FSBEI "Moscow state University of technologies and management =

named after K. G. Razumovskiy (PKU)»,

city of Moscow

Voskanyan Olga Stanislavovna

Professor, Ph. D., associate Professor

FSBEI "Moscow state University of technologies

and management named after K. G. Razumovskiy

(PKU)»,

city of Moscow

АННОТАЦИЯ

Для приготовления ликероводочных изделий применяется растительное сырье, к которому относятся свежие или сушеные плоды и ягоды, сушеные травы, корни, цветы, корки citrusовых плодов, кора деревьев и семена различных растений.

В технологии приготовления ликероводочных изделий растительное сырье имеет ведущее значение; оно определяет характер и качествоготавливаемых напитков.

Вопросы качества сырья имеют существенное значение при производстве ликероводочных изделий (ЛВИ): требуется корректировка рецептур в соответствии со значениями содержания экстрактов настоев, их кислотности, содержания сахаров. Возможно, требуется внесение изменений в технологию производства полуфабрикатов, применение мер по обеспечению коллоидной стойкости будущего напитка. Поэтому проведен анализ прогнозирования качества сырья в зависимости от природных колебаний климата. В ходе исследования было показано, как влияет изменение погодных условий на качественные показатели растительного сырья, используемого для производства ликероводочных изделий.

ABSTRACT

For the preparation of alcoholic beverages, vegetable raw materials are used, which include fresh or dried fruits and berries, dried herbs, roots, flowers, citrus fruit peels, tree bark and seeds of various plants.

In the technology for the preparation of alcoholic beverages, plant materials are of prime importance; it determines the nature and quality of the prepared drinks.

Issues of the quality of raw materials are of great importance in the production of alcoholic beverages (LVI): the formulation must be adjusted in accordance with the values of the content of extracts of infusions, their acidity, and sugar content. Perhaps, changes are required in the technology for the production of semi-finished products, and the application of measures to ensure the colloidal stability of the future drink. Therefore, the analysis of forecasting the quality of raw materials depending on the natural climate fluctuations. During the study, it was shown how the change in weather conditions affects the quality indicators of plant materials used for the production of alcoholic beverages.

Ключевые слова: настойки сладкие, клюква красная, рябина красная, технология алкогольных напитков, климатические условия, анализ сырья, качественные показатели.

Keywords: sweet tinctures, red cranberries, red mountain ash, the technology of alcoholic beverages, climatic conditions, analysis of raw materials, quality indicators.

В ходе данной работы исследовали изменение климатических условий – температуры, уровня выпадающих осадков, облачности - в местности произрастания сырья за месяца с июня по сентябрь включительно с 2015 по 2018 гг. По данным, полученным в результате анализа климатических изменений в данной местности, построили графики.

Клюква свежая - растительное сырье для приготовления настойки сладкой «Клюквенная» - в период с 2015 по 2018 гг. поступало на завод из Костромской области.

На рис. 1 приведен график, отражающий изменение температуры в Костромской области за месяца с июня по сентябрь 2015-2018 гг.

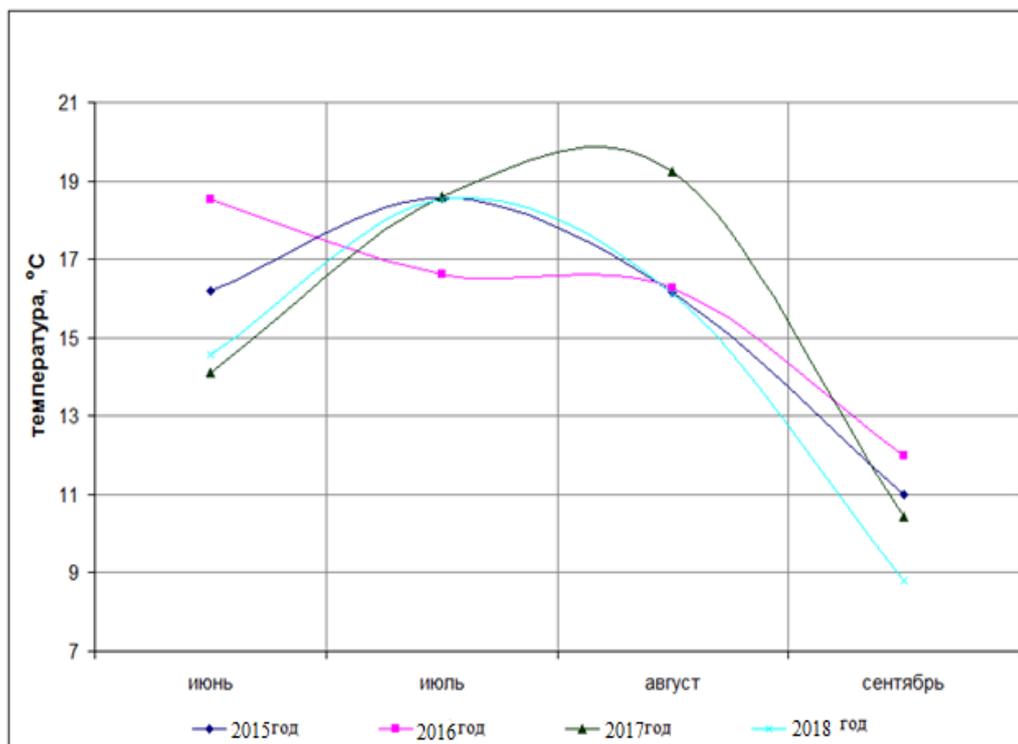


Рисунок 1 - Колебания температуры в Костромской области

На рис. 2 приведен график изменения уровня выпавших осадков в Костромской области за месяца с июня по сентябрь 2015-2018 гг.

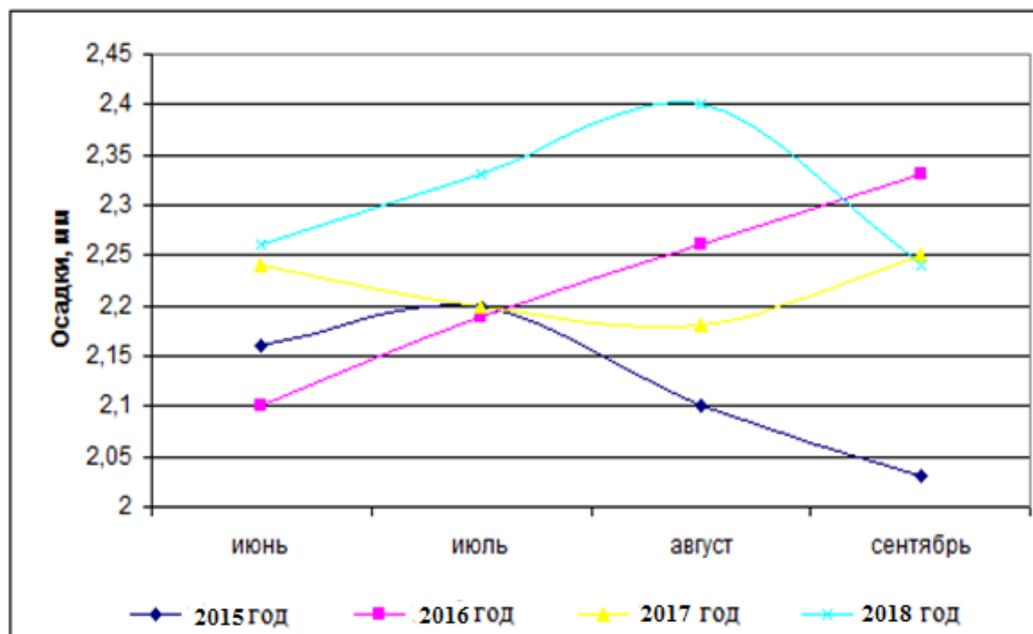


Рисунок 2 - Изменения уровня выпавших осадков в Костромской области.

На рис. 3 приведен график, показывающий, как изменялась облачность с июня по сентябрь с 2015 по 2018 гг. в Костромской области.

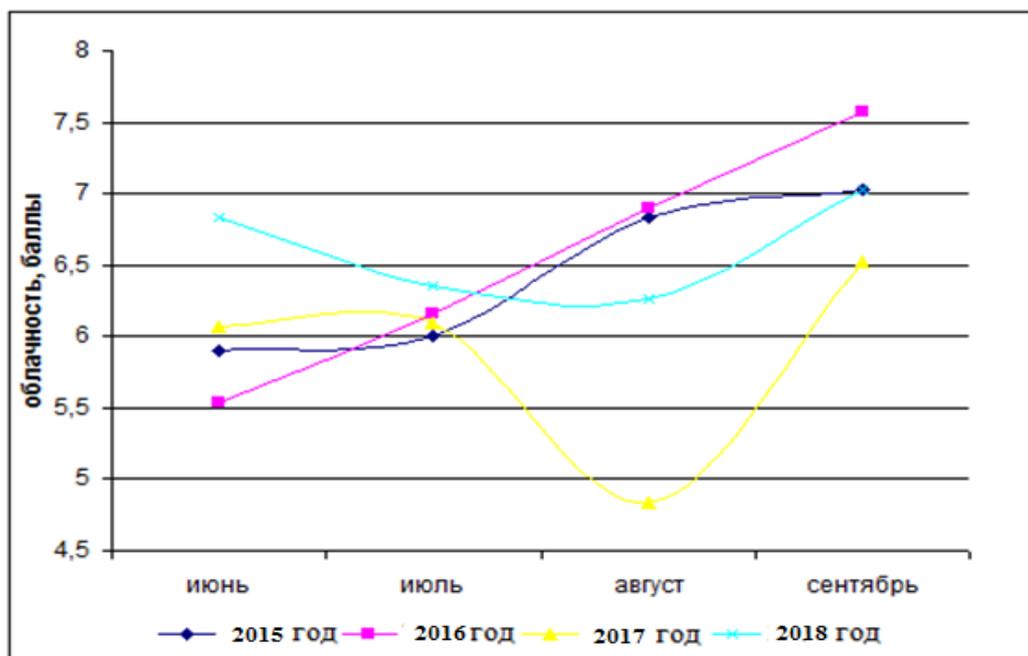


Рисунок 3 - Изменение облачности в Костромской области.

Растительное сырье для приготовления настойки сладкой «Рябиновая на коньяке» рябина сушеная поступало на завод из г. Пенза (2015, 2016, 2017 гг.) и г. Татарск Новосибирской обл. (2018 г.)

Провели анализ изменения климата в данной местности в период с 2015 по 2018 гг. По полученным данным построили графики.

На рис. 4 показано изменение температуры с июня по сентябрь 2015-2017 гг. в г. Пенза и 2018 г. г. Татарск Новосибирской области.

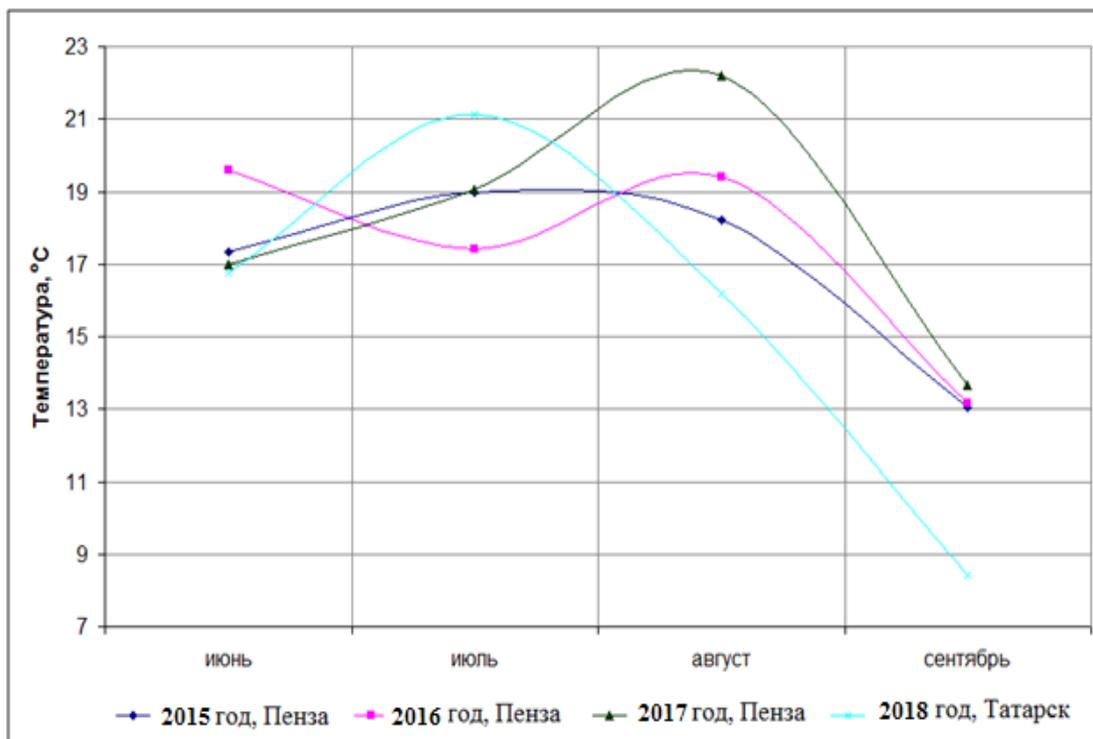


Рисунок 4 - Изменение температуры в Пензенской области

На рис. 5 – изменение уровня выпавших осадков г. Пенза (2015-2017 гг.) и г. Татарск Новосибирской области (2018 г.) за месяца с июня по сентябрь.

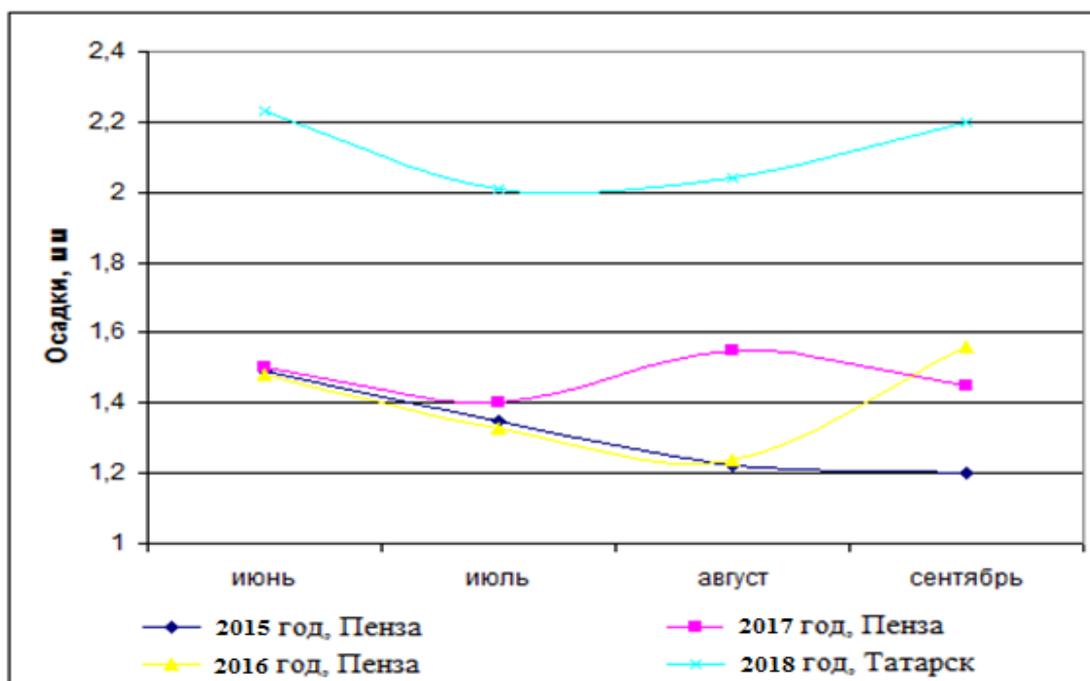


Рисунок 5 - Изменение уровня выпавших осадков в г. Пензе

На рис. 6 приведен график, показывающий изменение облачности с июня по сентябрь 2015-2017 гг. в г. Пенза и 2018 г. г. Татарск Новосибирской области.

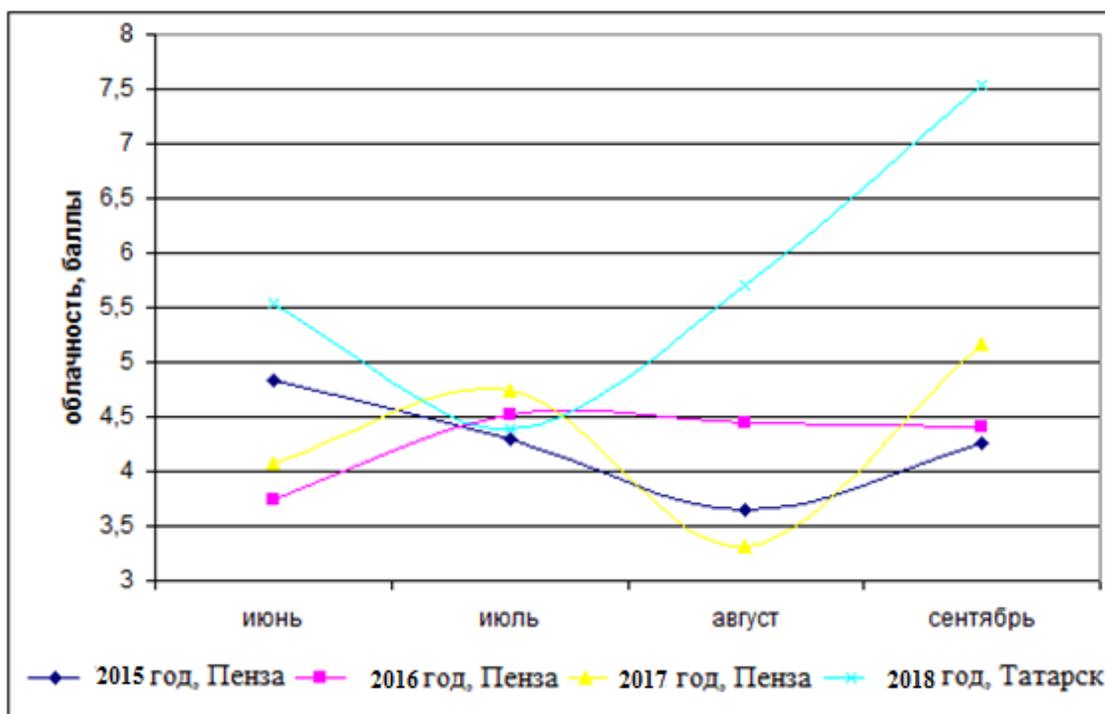


Рисунок 6 - Изменение облачности в г. Пенза и г.Татарск Новосибирской области

В соответствии с построенными графиками выявили самые теплые, самые солнечные и самые дождливые года. Изучили, как колебания температуры, облачности, уровня осадков отражаются на качественных показателях клюквы и рябины - общего содержания кислот в пересчете на лимонную, экстрактивных веществ и сахара.

Сырье для настойки сладкой «Клюквенная» - клюква свежая поступает на завод из Костромской области. За исследуемый период в данной местности самым теплым оказался год 2017, самым холодным 2018. (см. рис. 1). Реакции, происходящие при созревании, катализируются ферментами, которые имеют температурные

оптимумы, поэтому температура играет большую роль в конечном содержании сахаров и растворимых сухих веществ в ягодах.

Самым облачным оказался 2018 год, самым солнечным 2017 (см. рис 5). Свет положительно влияет на образование антоцианов и прочих веществ в плодах, что отражается на экстракте.

Данные, полученные в результате химического анализа сырья в лаборатории (см. таблицу 1) показывают, что наибольшее общее содержание растворимых сухих веществ (экстракта) и сахара наблюдается в года более теплые и солнечные – 2017, 2016, 2015 гг. Наименьшее содержание экстракта и сахара в клюкве наблюдается в 2018 году.

Таблица 1

АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КЛЮКВЫ ИЗ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

| | Общее содержание, г/100 г | | Кислотность в пересчете на лимонную кислоту, г/100 г |
|---------------------------------------|---------------------------|-------|--|
| | Экстрактивные вещества | Сахар | |
| 2015 год | 8,0 | 3,4 | 2,36 |
| 2016 год | 8,5 | 3,05 | 2,75 |
| 2017 год | 9,6 | 3,2 | 2,8 |
| 2018 год | 7,2 | 3,0 | 2,9 |
| Средние качественные показатели сырья | 8,0 | 3,3 | 2,6 |

Самым богатым на атмосферные осадки оказался год 2018, самым сухим 2015 год (см. рис. 2). Дожливая погода способствует большому накоплению кислот и меньшему сахара. Это доказывается тем, что кислотность в ягодах, поступивших на завод в 2018 году выше, чем кислотность в другие годы (2015, 2016, 2017).

Сырье для приготовления настойки сладкой «Рябиновая на коньяке» рябина сушеная поступало на завод из г. Пенза (2015, 2016, 2017 гг.) и г.

Татарск Новосибирской обл. (2018 г.). В данной местности самым холодным и облачным оказался год 2018. Самым теплым и солнечным 2017 год (см. рис. 4 и 5). Данные анализа рябины сушеной (см. таблицу 2) показывают, что наибольшее общее содержание растворимых сухих веществ (экстракта) и сахара наблюдается наиболее солнечный и теплый 2017 год. Наименьшее содержание экстракта и сахара наблюдается в 2018 году.

Таблица 2

АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЯБИНЫ СУХОЙ

| | Общее содержание, г/100 г | | Кислотность в пересчете на лимонную кислоту, г/100 г |
|---------------------------------------|---------------------------|-------|--|
| | Экстрактивные вещества | Сахар | |
| 2015 год | 51,9 | 12,2 | 6,05 |
| 2016 год | 55,2 | 12,0 | 5,8 |
| 2017 год | 60,7 | 13,4 | 5,9 |
| 2018 год | 49,2 | 11,0 | 6,4 |
| Средние качественные показатели сырья | 50,0 | 12,0 | 7,7 |

Из рис.6 следует что уровень осадков за 2018 году в г. Татарске значительно выше уровня осадков в г. Пензе (2015, 2016, 2017 гг.). Кислотность в ягодах, поступивших на завод в 2018 году больше, чем кислотность ягод рябины, поступивших на завод в другие годы.

Подводя итоги данной работы, можно сделать следующие выводы:

- чем выше температура окружающей среды, тем больше сахара содержится в ягодах клюквы и рябины, также с увеличением температуры увеличивается содержание растворимых сухих веществ (экстракта);

- на увеличение содержания растворимых сухих веществ и сахара в ягодах влияет освещенность; в более облачные года содержание

сахара и экстракта в ягодах ниже, чем в более солнечных;

- на общее содержание кислот в ягодах оказывает влияние уровень выпавших осадков: в более дождливые годы кислот в ягодах содержится больше, чем в более сухие.

Список литературы:

1. Бураческий И.И., Скрипник К.И. Современные способы получения полуфабрикатов ликеро-водочного производства. - М.: Легкая и пищевая пром., 1981. - 136 с.

2. Ильина Е.В., Макаров С.Ю., Славская И.Л. Технология и оборудование для производства водок и ликероводочных изделий. - М.: ДеЛи принт, 2010. - 492 с.

3. Полыгалина Г.В. Аналитический контроль производства водок и ликероводочных изделий. - М.: ДеЛи принт, 2006. - 464 с.

4. Проект. Технический регламент на алкогольную продукцию [Электронный ресурс] - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200051218>

5. Производственный технологический регламент на производство водок и

ликероводочных изделий. ТР - 10-04-03-09-88. Разраб. ВНИИПБТ. - М.: АгроНИИТЭИПП, 1990. - 333 с.

6. Рухляева А.П., Листова З.А. Справочное пособие для лаборантов-химиков ликеро-водочных заводов. - М. Пищевая промышленность, 1977. - 216 с.

7. Справочник технолога ликероводочного производства // Под общ. ред. Яровенко В.Л. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - 256 с.

8. Технический регламент Таможенного союза 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

9. Фертман Г. И., Шойхет М. И. Химико-технологический контроль спиртового и ликеро-водочного производства. - М.: Пищевая промышленность, 1975. - 430 с.

10. Химический анализ лекарственных растений / Ладыгина Е.Я., Сафронич Л.Н., Отрященко В.Э. и др. - Под ред. Гринкевич Н.И., Сафронич Л.Н. Учебное пособие. - М.: Высшая школа, 1983. - 176 с.

671.743.4

ВОЗМОЖНЫЕ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕКОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.417](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.67.417)

Фиртов А.П.

доцент, к.т.н.

Нижнетагильский технологический институт (филиал)

Уральского Федерального Университета

г. Нижний Тагил

АННОТАЦИЯ

Существует возможность расширения области применения жидкостекольных смесей при различном модулем, с устранением или нивелированием недостатков, присущих жидкому стеклу.

Ключевые слова: CO₂-процесс, жидкостекольная смесь, живучесть, прочность, время продувки.

Наряду с преимуществами жидкостекольных смесей, таких как, дешевизна, экологичность, размерная точность, они имеют и серьезные недостатки — затрудненную выбиваемость, низкую живучесть, повышенную гигроскопичность, плохую регенерируемость, которые сдерживают область их применения [1,2].

Помимо перечисленных недостатков есть ограничения по применению жидкого стекла с определенным модулем. Области по применению жидкого стекла отражены в ГОСТе 13078-81. Существуют ограничения и по использованию жидкого стекла в различных технологических процессах, применяемых в литейном производства, где наблюдаются расхожие свойства у жидкого стекла с определенным модулем.

Различия в свойствах связаны с гетерогенной природой самого жидкого стекла [3,4,5] и со структурными составляющими, образующимися при взаимодействии его с кислым реагентом [6,7].

Выбор модуля жидкого стекла для получения формовочной смеси с определенными свойствами, и, как следствие, дальнейшего получения

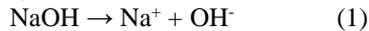
качественного литья, непосредственно связан с применением определенного технологического процесса с жидким стеклом предназначенного модуля.

Существуют возможности повышения качества формовочных смесей с изменением свойств жидкого стекла не связанных с применяемым жидким стеклом в определенной области, и, с дальнейшим получением качественной отливки.

Известно, что при высоком модуле жидкого стекла ($M = 2,6 \div 3,0$) формовочная смесь, взаимодействуя с кислым реагентом, реагирует с большей скоростью отверждения, что приводит к малой живучести смеси, образованию больших глобулярных структур и высокой пористости смеси.

Для снижения скорости отверждения в жидкостекольную формовочную смесь вводят 10⁻³ или 15⁻³ - процентный гидроксид натрия в количестве 1,0 ÷ 1,5 %, для снижения модуля. Эта добавка дает положительный эффект, расширяя область применения высокомодульного жидкого

стекла, но ошибочно думать о снижении модуля, т.к. при диссоциации в растворе будут находиться катионы натрия и анионы гидроксила, а оксида натрия, находящегося в знаменателе формулы по определению модуля, нет:



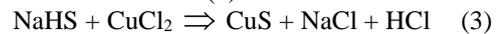
Введение добавочного аниона гидроксила усиливает щелочную среду раствора, а повышенное содержание катиона натрия увеличивает его концентрацию, что приведет к необходимости добавления в раствор кислого реагента. Помимо этого, катион натрия будет внедряться в потенциалопределяющий слой, образовавшейся мицеллы жидкого стекла, усиливая заряд на ядре, что приведет к усилению диффузионного слоя, а это, в свою очередь, повысит агрегативную устойчивость мицеллы [8], то есть, наибольшей агрегативной устойчивостью будут обладать ультрамикрорегетерогенные системы, с размером частиц $1 \div 100$ нм, а наименьшей – грубодисперсные [9].

Низкомодульное жидкое стекло, взаимодействуя с кислым реагентом, обладает пониженной скоростью отверждения смеси, что дает высокую живучесть смеси, повышенную пластичность, но при этом наблюдается пониженная прочность. Это объясняется продолжительностью процесса отверждения: есть время для формирования структурных элементов с малыми радиусами, что дает более плотную структуру системы «жидкое стекло - кислый реагент».

Для повышения скорости отверждения жидкого стекла необходимо его модифицировать [10]. Ускорение отверждения осуществляется введением в жидкое стекло соли со слабым по силе анионного остатка, чем вводимый кислый реагент, и катионом, с отрицательным электродным потенциалом, а поверхность формовочной смеси обрабатывают раствором соли, где катионом будет металл с положительным электродным потенциалом, а кислотный остаток – более сильный, чем кислотный остаток вводимого кислого реагента. Механизм взаимодействия можно проследить на следующем примере: модифицирование жидкого стекла ведут сульфидом натрия, который в растворе гидролизует с образованием кислой соли - гидросульфида натрия (2)

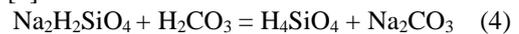


поверхность формовочной смеси обрабатывают раствором хлорида натрия, и при контакте этих веществ идет реакция с образованием сильной соляной кислоты (3).

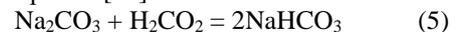


которая, в минимальное время отверждает формовочную смесь, придавая ей высокую прочность и сохраняя пластичность, присущую низкомодульному жидкому стеклу.

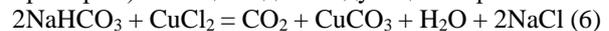
Похожий механизм может быть применён при CO_2 -процессе. При продувке смесей углекислым газом (CO_2), при продувке в стехиометрических пропорциях отверждение идет за счет с образованием геля кремневой кислоты и карбоната натрия [2]:



Под действием на карбонат натрия избытком угольной кислоты, реакция будет выглядеть следующим образом [11]:



Образовавшийся гидрокарбонат натрия дает в формовочной смеси легкоплавкие структуры, которые при контакте с жидким металлом будут давать пониженную прочность на отливке, и возможность возникновения пригара [4,12]. Устранение гидрокарбоната натрия, ввиду вероятного его появления в формовочной жидкостекольной смеси, возможно при внесении хлорида натрия (CuCl_2), то есть соли, где катионом будет металл с положительным электродным потенциалом, а кислотный остаток – более сильный, чем кислотный остаток вводимого кислого реагента (хлорид меди – является примером). Реакция идет следующим образом:



Данная схема процесса удаляет гидрокарбонат натрия из формовочной смеси.

Так же, длительную продувку, приводящую к появлению гидрокарбоната натрия, можно сократить, контролируя время подачи углекислого газа (рис.1.). Линии 1а, 2а и 3а показывают время отверждения жидкостекольной формовочной смеси полученные опытным путем при подаче давления 0,1, 0,15 и 0,2 МПа, соответственно, а, применяя формулы, приведенные в гидрогазодинамике [13,14], расчетные значения отражены на рис.1 линиями 1б, 2б и 3б.

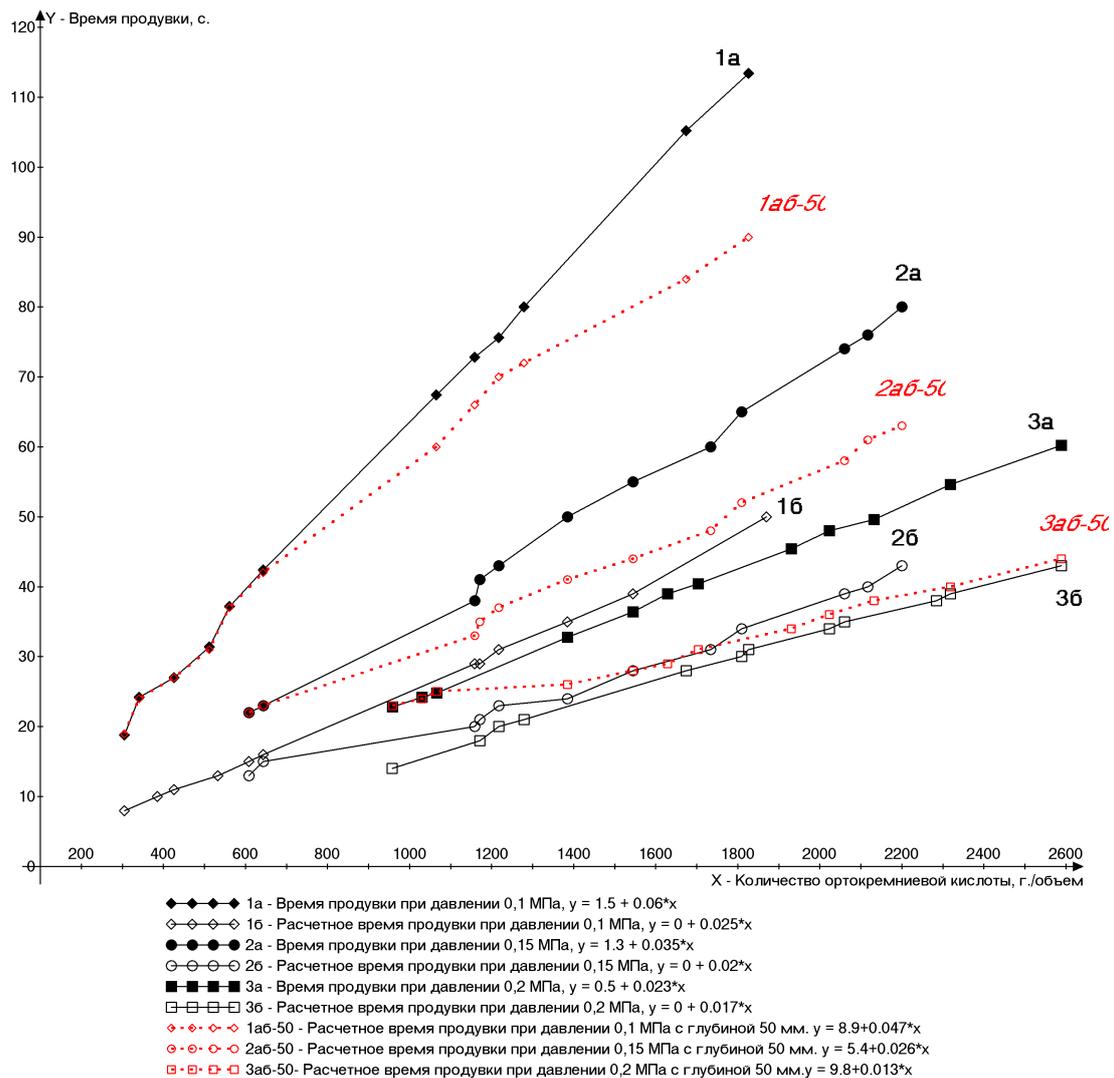


Рис. 1. Зависимость время отверждения от количества диоксида кремния натрия

В работе [15] показано, что при давлениях 0,1, 0,15 и 0,2 МПа глубина проникновения углекислого газа достигает 65, 80 и 95 мм., соответственно. На практике такая глубина отверждения жидкостекольной смеси не всегда нужна. Для малых и средних отливок необходимы более низкие показатели глубины отверждения. На рис.1 линии 1aб-50, 2aб-50 и 3aб-50 получены при расчете отверждения на глубину 50 мм.

Из полученных данных видно, что при давлении 0,1 МПа перерасход углекислого газа остается великим, что приведет к избыткам подачи газа в форму, с появлением гидрокарбоната натрия, а, так же, к большому расходу газа, что скажется на себестоимости готового продукта. При давлении 0,15 МПа расход углекислого газа существенно сократится, но появление гидрокарбоната натрия очень вероятно, и применение этого давления на практике возможно для малых и средних отливок. Уменьшение глубины проникновения при давлении 0,2 МПа приближается к расчетным параметрам, и применимо для всех отливок.

Давление 0,2 МПа позволит получать объемные и толстослойные отливки даже с повышенным содержанием в формовочной смеси жидкого стекла (> 6%). Повышение глубины отверждаемого слоя возможно, и оно ни как не повлияет на избыток углекислого газа в реакции (4).

Перечисленные возможности улучшения жидкостекольной смеси возможны при учете наличия определенной технологии, спектра отливаемой продукции, применяемой на данном предприятии. Большая и важная роль в получении качественного литья так же зависит от знаний и опыта технических служб, участвующих в технологическом процессе.

Литература

1. Жуковский С. С. Прочность литейной формы / С. С. Жуковский. - М.: Машиностроение, 1989. - 288 с.
2. Лясс А. М. Быстротвердеющие формовочные смеси / А. М. Лясс. - М.: Машиностроение, 1965. - 322 с.

3. Жуковский С. С. / Формовочные материалы и технология литейной формы: Справочник / С.С. Жуковский, А. Анисович, Н.И. Давыдов и др.- М., 1993. - 432 с.
4. Гуляев Б.Б. Формовочные процессы / Б.Б. Гуляев, О.А. Корнюшкин, А.В. Кузин. - Л.: Машиностроение, 1987. - 264 с.
5. Фирстов А.П. Структурная организация геля кремниевой кислоты / Теория и технология металлургического производства. 2017. № 3 (22). С. 15-16.
6. Галинкер И.С., Медведев П.И. / Физическая и коллоидная химия. - М.: Высш. шк, 1972. - 303 с.
7. Фирстов А.П. Макро- и микроструктура отверждаемого жидкого стекла / Литейщик России. 2015. № 7. С. 15-20.
8. Айлер Р. Коллоидная химия кремнезема и силикатов, Госстройиздат, М., 1959; Химия кремнезёма, Т. 1-2, М.: Мир, 1982. 1128 с.
9. Улитин М.В., Филиппов Д.В., Лукин М.В. Физико-химические свойства, устойчивость и коагуляция лиофобных дисперсных систем: Учеб. Пособие / ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2007. 108 с.
10. Патент РФ № 2364465, МПК В22С3/00. Способ отверждения жидкостекольной литейной краски / В.М. Грузман, А.П. (Р.Ф.), Фирстов (Р.Ф.). - №2007143811/02; Заяв. 26.11.2007.; Оpubл. 20.08.2009.
11. Кипер, Р.А. Свойства веществ: Справочник по химии / Р. А. Кипер. - Хабаровск, 2013. - 1016 с.
12. Технология литейного производства: Литьё в песчаные формы / Трухов А.П., Сорокин Ю.А., Ершов М.Ю. и др.; под ред. А.П. Трухова. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 528 с.
13. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. / Гидравлика и аэродинамика. Основы механики жидкости, Москва, Стройиздат, 1975. 327 с.
14. Дейч М.Е. Техническая газодинамика / Москва-Ленинград, Госэнергоиздат, 1961. 670 с.
15. Фирстов А.П. Оптимизация расхода углекислого газа при СО₂-процессе / Литейщик России. 2019. № 3. С. 31-35.

ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ)

Ежемесячный научный журнал

№ 10 (67)/ 2019

6 часть

Редакционная коллегия:

д.п.н., профессор Аркулин Т.В. (Москва, РФ)

Члены редакционной коллегии:

- Артафонов Вячеслав Борисович, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологического и природоресурсного права (Москва, РФ);
- Игнатьева Ирина Евгеньевна, кандидат экономических, преподаватель кафедры менеджмента (Москва, РФ);
- Кажемаев Александр Викторович, кандидат психологических, доцент кафедры финансового права (Саратов, РФ);
- Кортун Аркадий Владимирович, доктор педагогических, профессор кафедры теории государства и права (Нижний Новгород, РФ);
- Ровенская Елена Рафаиловна, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой судебных экспертиз, директор Института судебных экспертиз (Москва, Россия);
- Селиктарова Ксения Николаевна (Москва, Россия);
- Сорновская Наталья Александровна, доктор социологических наук, профессор кафедры социологии и политологии;
- Свистун Алексей Александрович, кандидат филологических наук, доцент, советник при ректорате (Москва, Россия);
- Тюменев Дмитрий Александрович, кандидат юридических наук (Киев, Украина)
- Варкумова Елена Евгеньевна, кандидат филологических, доцент кафедры филологии (Астана, Казахстан);
- Каверин Владимир Владимирович, научный сотрудник архитектурного факультета, доцент (Минск, Белоруссия)
- Чукмаев Александр Иванович, доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права (Астана, Казахстан)

Ответственный редактор

д.п.н., профессор Каркушин Дмитрий Петрович (Москва, Россия)

Художник: Косыгин В.Т

Верстка: Зарубина К.Л.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

г.Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

E-mail: info@euroasia-science.ru ;

www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии г.Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия