

ISSN 2226-910X

Вестник

*Воронежского
государственного*

**УНИВЕРСИТЕТА
ИНЖЕНЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**



2013

№

4

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

**ВЕСТНИК
ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**PROCEEDINGS
OF THE VORONEZH STATE
UNIVERSITY OF ENGINEERING
TECHNOLOGIES**

2013, № 4 (58)

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ОСНОВАН В 1938 ГОДУ
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД**

**Воронеж
2013**

Журнал включен в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией
Министерства образования и науки Российской Федерации
для опубликования диссертационных исследований

Материалы журнала размещаются в БД РИНЦ (www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32905),
БД Agris (ЦСХНБ www.cnshb.ru) и
ЭБС Лань (www.e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_cid=227&pl10_id=2217)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Председатель:

ЧЕРТОВ Е.Д. – доктор технических наук, профессор, ректор ВГУИТ (главный редактор)

Заместитель председателя:

АНТИПОВ С.Т. – заслуженный изобретатель РФ, доктор технических наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности ВГУИТ (зам. главного редактора)

Члены редакционного совета:

АБРАМОВ Г.В. – доктор технических наук, профессор ВГУИТ

АНТИПОВА Л.В. – заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор ВГУИТ

БИТЮКОВ В.К. – заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, президент ВГУИТ

КОРНЕЕВА О.С. – заслуженный работник Высшей школы, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой биохимии и биотехнологии ВГУИТ

ОСТРИКОВ А.Н. – заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств ВГУИТ

ПАНФИЛОВ В.А. – академик РАСХН, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

ПОЛЯКОВ В.А. – академик РАСХН, доктор технических наук, профессор, директор ГНУ ВНИИ «Пищевая биотехнология»

ПОПОВ Г.В. – доктор технических наук, профессор, первый проректор ВГУИТ

РОГОВ И.А. – академик РАСХН, заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор МГУПП

СУХАНОВ П.Т. – доктор химических наук, профессор, проректор по учебной работе ВГУИТ

ХИЦКОВ И.Ф. – академик РАСХН, заслуженный деятель науки РФ, доктор экономических наук, профессор, директор НИИ экономики и организации АПК Центрально-Черноземного района России РАСХН

САЛИКОВ Ю.А. – доктор экономических наук, профессор ВГУИТ

ШУТИЛИН Ю.Ф. – заслуженный изобретатель РФ, доктор технических наук, профессор ВГУИТ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ РУБРИК

Процессы и аппараты пищевых производств

ОСТРИКОВ А.Н. (гл. ред.), КАЛАШНИКОВ Г.В. (зам. гл. ред.), АБРАМОВ О.В., АНТИПОВ С.Т., ВАСИЛЕНКО В.Н., КОРНИЕНКО Т.С., КРАВЧЕНКО В.Н., КРАСОВИЦКИЙ Ю.В., КРЕТОВ И.Т., ЛЫТКИНА Л.И., РОДИОНОВА Н.С., ШАХОВ С.В., ШИШАЦКИЙ Ю.И.

Информационные технологии, моделирование и управление

БИТЮКОВ В.К. (гл. ред.), ХАУСТОВ И.А. (зам. гл. ред.), АБРАМОВ Г.В., АВЦИНОВ И.А., БЕЗРЯДИН Н.Н., БУГАЕВ Ю.В., КОЛОДЕЖНОВ В.Н., КУДРЯШОВ В.С., ЛЕБЕДЕВ В.Ф., ПОПОВ Г.В., ТИХОМИРОВ С.Г., ХВОСТОВ А.А., ШИТОВ В.В.

Пищевая биотехнология

АНТИПОВА Л.В. (гл. ред.), СЛОБОДЯНИК В.С. (зам. гл. ред.), БЕССОНОВА Л.П., ГОЛУБЕВА Л.В., ДВОРЯНИНОВА О.П., МАГОМЕДОВ Г.О., ПОНОМАРЁВА Е.И., СУЛЕЙМАНОВ С.М., УСПЕНСКАЯ М.Е., ШЕВЦОВ А.А.

Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология

ШУТИЛИН Ю.Ф. (гл. ред.), КУЧМЕНКО Т.А. (зам. гл. ред.), ЖУЧКОВ В.А., КАРМАНОВА О.В., КОРЕНМАН Я.И., КОРЧАГИН В.И., МОКШИНА Н.Я., НИКУЛИН С.С., НИФТАЛИЕВ С.И., ПАНОВ С.Ю., СУХАНОВ П.Т., ФИЛИМОНОВА О.И.

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

КОРНЕЕВА О.С. (гл. ред.), ГОЛЫБИН В.А. (зам. гл. ред.), БОЛОТОВ В.М., БОЖКО О.Ю., ГРИГОРОВ В.С., ГРОМКОВСКИЙ А.И., КУЛЬНЕВА Н.Г., ЧЕРЁМУШКИНА И.В., ЧЕРЕНКОВ Д.А., ШУВАЕВА Г.П.

Экономика и управление

САЛИКОВ Ю.А. (гл. ред.), ВОРОНИН В.П. (зам. гл. ред.), БАУТИН В.М., БОГОМОЛОВА И.П., ЖУРАВЛЕВ Ю.В., ОВЧИННИКОВА Т.И., ПАДАЛКИН В.Ю., ПАХОМОВ А.И., ПОДМОЛОДИНА И.М.

Официальный сайт «Вестник ВГУИТ» www.vestnik.vsu.ru

Ответственный секретарь: ДЕРКАНОСОВА А.А. (эл. почта: vestnikvgta@mail.ru)

Учредитель: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Журнал зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Воронежской области: Свидетельство о регистрации ПИ № ТУ36-00232 от 29 декабря 2011 г.

Адрес университета, редакции, издательства и отдела полиграфии ФГБОУ ВПО «ВГУИТ»
394036, Воронеж, пр. Революции, 19
тел./факс: (473) 255-37-16

Сдано в набор 11.11.2013. Подписано в печать 26.11.2013.
Формат 70×100 1/8.
Усл. печ. л. 40. Тираж 1500 экз. Заказ. С. – 322.
Цена – свободная.

© ФГБОУ ВПО
«Воронеж. гос. ун-т инж.
технол.», 2013

CONTENTS

PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

- Antipov S.T., Martekha A.N.** Thermodynamic analysis of the drying process of fermented wheat raw materials in the device with a vibrated fluid layer
- Demyanov V.D.** Justification of the choice of step mode microwave-convective drying of pears
- Petrov V.K.** Investigation of the basic parameters of a device for cracking shells of nuts
- Kochanov D.S.** Analysis of changes in temperature and moisture content of grain in the process of micronization
- Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Muravyev A.S.** Optimization of the process of drying the filtrate distillery dregs
- Antipov S.T., Kazartsev D.A., Zhuravlev A.V., Vinichenko S.A.** Investigation of the kinetics of black currant berries drying inside the vacuum apparatus with microwave energy supply.
- Podgornyi S.A.** Evaluation of the accuracy of approximations obtained by finite element method
- Nechaeva E.S.** Rotary spray duster
- Shevtsov A.A., Dercanosova A.A., Korotaeva A.A., Dyatlova S.A.** Kinetics and optimization of red clover pulp drying
- Zhuravlev A.V., Borodkina A.V., Baranov A.Yu.** Development of high-intensity dryer with adjustable swirling flow of coolant
- Zhuchkov A.V., Shabanov I.E., Chernetskaya A.A., Smolko U.N.** Mathematical modeling of heat and mass transfer processes in anaerobic digestion reactor
- Lytкина L.I., Shevtsov A.A., Shentsova E.S., Apalihina O.A.** Implementation of energy efficient technology as animal feed system thermal and mechanical processes

INFORMATION TECHNOLOGIES, MODELLING AND CONTROL

- Kolodezhnov V.N.** Analysis of the main schemes shift forward fluid flow, demonstrating the manifestation of the "hardening", in the gap between coaxial cylinders
- Antipov S.T., Zhuchkov A.V., Ovsyannikov V.U., Babenko M.S.** Mathematical modeling of infrared milk pasteurization
- Avtsinov I.A., Bityukov V.K., Malikov D.U.** Analysis of specific products and designs devices for their manipulation
- Abramov G.V., Zheltoukhov I.V.** Functional analysis of energy management systems
- Golodenko B.A., Golodenko A.B.** Computer modeling of the electronic properties of amorphous silicon
- Korobova L.A., Matusov K.N., Gordienko O.A., Kutavina I.S.** Organizational and technological time in manufacturing
- Popov A.N., Gordeev A.S.** Experimental setup for the study of infrared signals of different soil moisture
- Abramov G.V., Ryazanov A.N., Chernyaeva S.N., Urazov D.U.** Research of network management systems and development of structure of information support systems diagnostics, monitoring and control of industrial objects
- Zhuchkov A.V., Ryazanov A.N., Urazov D.U., Shitov V.V.** Mathematical modeling of heating and cooling of sausages
- Abramov G.V., Mironchenko E.A., Tolstova I.S.** Mathematical modeling of processes in the electric arc synthesis of carbon nanotubes

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

- Антипов С.Т., Мартеха А.Н.** Термодинамический анализ процесса сушки ферментированного пшеничного сырья в аппарате с виброкипящим слоем
- Демьянов В.Д.** Обоснование выбора ступенчатого режима СВЧ-конвективной сушки груш
- Петров В.К.** Исследование основных параметров устройства для раскалывания скорлупы орехов
- Кочанов Д.С.** Анализ изменения температуры и влажности зерна в процессе его микронизации
- Шевцов А.А., Дранников А.В., Муравьев А.С.** Оптимизация процесса сушки фильтрата послеспиртовой барды
- Антипов С.Т., Казарцев Д.А., Журавлев А.В., Виниченко С.А.** Исследование кинетики сушки плодов черной смородины в вакуум-аппарате с СВЧ-энергоподводом
- Подгорный С.А.** Оценка точности аппроксимаций, полученных методом конечных элементов
- Нечаева Е.С.** Роторный распылительный пылеуловитель
- Шевцов А.А., Дерканосова А.А., Коротаева А.А., Дятлова С.А.** Кинетические закономерности и оптимизация процесса сушки жома красного клевера
- Журавлев А.В., Бородкина А.В., Баранов А.Ю.** Разработка высокоинтенсивной сушилки с регулируемым закрученным потоком теплоносителя
- Жучков А.В., Шабанов И.Е., Чернецкая А.А., Смолок Ю.Н.** Математическое моделирование тепло- и массообменных процессов в реакторе анаэробного сбраживания
- Лыткина Л.И., Шевцов А.А., Шенцова Е.С., Апалихина О.А.** Реализация энергоэффективной технологии комбикормов как системы тепловых и механических процессов

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

- Колодежнов В.Н.** Анализ основных схем сдвигового поступательного течения жидкости, демонстрирующей проявление эффекта "отвердевания", в зазоре между коаксиальными цилиндрами
- Антипов С.Т., Жучков А.В., Овсянников В.Ю., Бабенко М.С.** Математическое моделирование процесса инфракрасной пастеризации молока
- Авцинов И.А., Битюков В.К., Маликов Д.Ю.** Анализ специфических изделий и конструкций устройств для их манипулирования
- Абрамов Г.В., Желтоухов И.В.** Анализ функционирования системы управления энергопотреблением
- Голоденко Б.А., Голоденко А.Б.** Компьютерное моделирование электронных свойств аморфного кремния
- Коробова Л.А., Матусов К.Н., Гордиенко О.А., Кутявин И.С.** Организационно-технологическое время управления в производстве
- Попов А.Н., Гордеев А.С.** Экспериментальная установка для исследования инфракрасных сигналов почвы различной влажности
- Абрамов Г.В., Рязанов А.Н., Черняева С.Н., Уразов Д.Ю.** Исследование сетевых систем управления и разработка структуры информационного обеспечения систем диагностики, мониторинга и управления промышленными объектами
- Жучков А.В., Рязанов А.Н., Уразов Д.Ю., Шитов В.В.** Математическое моделирование процессов нагрева и охлаждения колбасных изделий
- Абрамов Г.В., МIRONCHENKO E.A., Толстова И.С.** Математическое моделирование процессов при электродуговом синтезе углеродных нанотрубок

FOOD BIOTECHNOLOGY

- Panfilov V.A.** Agro-food technologies – a step toward the efficient production of food
Antipova L.V., Voronkova U.V. Development the formulation of minced meat with the use of dietary fiber ecolight native
Ponomareva E.I., Alekhina N.N., Savvin P.N., Zhuravleva I.A. Color characteristics of rye grain, prepared in different ways
Magomedov G.O., Bogdanov V.V., Shevyakova T.A., Evseev N.V. Developing universal installation with automatic monitoring and control process of mixing, whipping and molding biscuit dough
Babenko M.S. Development a method of IR pasteurization of milk and comprehensive assessment of quality of the resulting product
Khodyreva O.E., Magomedov M.G., Dremina L.V. Ice cream with a combined composition of raw materials
Cherevko A.I., Skrypnik V.A., Phariseev A.G. Results of the study mass conductivity pork meat under the influence of heat flow and current electroosmosis
Antipova L.V., Gorbunkov M.E. Properties of commercial enzyme preparation Protapsin
Slobodyanik V.S., Storablevtsev S.A., Cherkesov A.Z. Using paddlefish roe in fishery products technology
Uspenskaya M.E., Antipova L.V., Ibragimova Z.R., Gazdanova R.Y. Antianemia food using the blood of slaughtered animals

FUNDAMENTAL AND APPLIED CHEMISTRY, CHEMICAL TECHNOLOGY

- Bolotov V.M., Komarova E.V., Savvin P.N., Khripushin V.V.** Study chromaticity characteristics of water using the computer colorimetry
Zhdanova S.V., Nikulina N.S., Nikulin S.S. Effect of dosages copolymers based on N,N-dimethyl-N,N-diallylammonium chloride on the molecular weight of the rubbers in the extracted fractions
Shabunina N.A., Voronchihin V.D., Shutilin U.F., Karmanova O.V. Application of functional oligodienes for modification of compositions based on 1,4-cis-isoprene rubber SKI-5
Protasov A.V., Korchagin V.I., Mikhaleva N.A. The use of ultrasound in the liquid phase filling of butadiene-styrene rubber by active carbon
Nikulina N.S., Pugacheva I.N., Nikulin S.S. Modification oligomer derived from by-products of polybutadiene using waste of production of phthalic anhydride
Studenikina L.N., Enyutina M.V., Korchagin V.I. The influence of external effects on biodegradation of thermoplastics highly filled by polysaccharides
Sedyh V.A., Karmanova O.V., Moskalev A.S., Ramazanov S.R. Study of technical and technological properties StiroTEP-65
Kuznetsova N.B., Kuznetsov P.E. Quantum-chemical model of thyroid hormones as electron donor and electron carriers
Provotorova M.A., Nikulin S.S. Influence of the nature of the coagulating agents and fiber additives based on polyacrylonitrile on the process of allocation rubber from latex

BIOTECHNOLOGY, BIONANOTECHNOLOGY AND SUGAR PRODUCTS TECHNOLOGY

- Grigirov V.S., Yakovlev A.N., Yakovleva S.F.** Hydrolysis of starch by thermo- and pH-stable glucoamylase at change physico-chemical factors
Borisenko D.V., Paschenko V.L. Characteristics phytoncids vegetables from position of ensure microbiological purity of bread

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

- Панфилов В.А.** Аграрно-пищевые технологии – шаг к эффективному производству продуктов питания
Антипова Л.В., Воронкова Ю.В. Разработка рецептуры фаршей мясных с применением пищевых волокон ecolight native
Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Саввин П.Н., Журавлева И.А. Цветовые характеристики зерна ржи, подготовленного разными способами
Магомедов Г.О., Богданов В.В., Шевякова Т.А., Евсеев Н.В. Разработка универсальной установки с автоматической системой контроля и управления процесса замеса, сбивания и формования бисквитного теста
Бабенко М.С. Разработка способа ИК пастеризации молока и комплексная оценка качества полученного продукта
Ходырева О.Е., Магомедов М.Г., Дремнина Л.В. Мороженое с комбинированным составом сырья
Черевко А.И., Скрыпник В.А., Фарисеев А.Г. Результаты исследования массопроводности свиного мяса под воздействием теплового потока и тока электроосмоса
Антипова Л.В., Горбунков М.Е. Свойства коммерческого ферментного препарата Протепсин
Слободяник В.С., Сторублевцев С.А., Черкесов А.З. Использование молок вислоноса в технологии рыбных продуктов
Успенская М.Е., Антипова Л.В., Ибрагимова З.Р., Газданова Р.Ю. Антианемические продукты питания с использованием крови убойных животных

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Болотов В.М., Комарова Е.В., Саввин П.Н., Хрипушин В.В.** Изучение цветометрических характеристик воды с использованием метода компьютерной цветометрии
Жданова С.В., Никулина Н.С., Никулин С.С. Влияние дозировки сополимеров на основе N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлорида на молекулярную массу каучуков в выделяемых фракциях
Шабунина Н.А., Ворончихин В.Д., Шутилин Ю.Ф., Карманова О.В. Применение функциональных олигодиев для модификации композиций на основе 1,4-цис-изопренового каучука SKI-5
Протасов А.В., Корчагин В.И., Михалева Н.А. Использование ультразвука при жидкофазном наполнении активным теуглеродом бутадиен-стирольных каучуков
Никулина Н.С., Пугачева И.Н., Никулин С.С. Модификация олигомера, полученного из побочных продуктов производства полибутадиена с использованием отхода производства фталевого ангидрида
Студеникина Л.Н., Енютина М.В., Корчагин В.И. Влияние внешних воздействий на биодеструкцию высоконаполненных полисахаридами термопластов
Седых В.А., Карманова О.В., Москалёв А.С., Рамазанов С.Р. Изучение технических и технологических свойств СтироТЭП-65
Кузнецова Н.Б., Кузнецов П.Е. Квантово-химическая модель гормонов щитовидной железы как доноров и переносчиков электронов
Провоторова М.А., Никулин С.С. Влияние природы коагулирующих агентов и волокнистой добавки на основе полиакрилонитрила на процесс выделения каучука из латекса

БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ САХАРИСТЫХ ПРОДУКТОВ

- Григоров В.С., Яковлев А.Н., Яковлева С.Ф.** Гидролиз крахмала термо- и pH-стабильной глюкоамилазой при изменении физико-химических факторов
Борисенко Д.В., Пашенко В.Л. Характеристика фитонцидов овощей с позиции обеспечения микробиологической чистоты хлеба

Golybin V.A., Golova K.V., Denisova E.A. Increased efficiency in the process of adsorption treatment during II saturation
Nepovinniyh N.V., Grosheva V.N., Ptichkina N.M. Using biopolymers to stabilize the protein oxygen foam

Panov S.Yu., Chernetskaya A.A., Zhuchkov A.B., Ryzanov A.N. Development of scientific bases of technology for food waste utilization by anaerobic digestion

Golybin V.A., Fedoruk V.A., Lavrenova M.A., Voloshina M.P. Thermal and alkaline decomposition of reducing substances in raw juice

Kulneva N.G., Shmatova A.I. Development of the technology of producing and purifying the concentrated sugar solutions using an electric field

Golybin V.A., Golova K.V. Using filterperlite during carbonation juice in sugar production

Anohina E.P., Korneeva O.S., Cheremushkina I.V., Shuvaev P.V. Investigation of the prebiotic activity of mannan hydrolysates under in vitro conditions

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Bukreev A.M., Padalkin V.U., Shaikin D.V. Improving the system of raw material supply of the meat industry

Subochev S.M. Methodological approach to the evaluation of innovative capacity of Russian sugar factories

Ovchinnikova T.I., Pakhomov A.I., Kobeleva S.V. Problem-oriented approach to change labor relations (on the example of Voronezh region)

Merzlikina G.S., Gribtsova T.U. The policy of social responsibility of corporate industrial business

Khorev A.I., Ovchinnikova T.I., Pakhomov A.I., Kobeleva S.V. Methodological approaches to the analysis of economic security innovative and investment projects in the food complex

Bogomolova I.P., Ulchenko T.U., Serebryakova N.A. Risk management mechanism of grain processing enterprises

Salikov U.A., Zenin A.A., Barzenkova A.S., Bukreev A.M. The mechanism of formation and implementation of cluster policy of industrial enterprises and branches

Podmolodina I.M., Voronin V.P., Konovalova E.M. Innovative terms of economic growth: the country aspect

Fedorova N.M. The nature and content of the investment policy of integrated research and production complexes

Zhuravlev U.V., Balabanova L.I., Kuksova I.V. Mechanism of innovative development of tourism infrastructure in the Voronezh region

Barzenkova A.S. Controlling the formation and functioning of the cluster

Lazarev I.N. Management tools in the system of input control

Mistrov L.E., Derkanosova A.A. Methods of information exposure in the synthesis of control strategies of competitive stability of a socioeconomic organizations

Titova E.A. Features the use of tools of controlling system in the food industry

Kazaryan M.A. Development of sugar beet subcomplex based on innovative processes

Kobzeva N.M. The phenomenon of resistance to change: the nature, types and forms

Bogomolova I.P., Ryzanov A.N., Samokhvalov A.A., Sharov A.V. Manage resource conservation through the introduction a system of technical diagnostics

Kandakova G.V. Problems of improving the competitiveness of the Russian agricultural sector in WTO accession and their solutions methods(ways)

Bogomolova I.P., Omelchenko O.M. The analysis of factors influence the effectiveness of economic activity on the economy of the integrated structures

194 **Голыбин В.А., Голова К.В., Денисова Е.А.** Повышение эффективности адсорбционной очистки в процессе II сатурации
197 **Неповинных Н.В., Грошева В.Н., Птичкина Н.М.** Использование биополимеров для стабилизации белковой кислородной пены

200 **Панов С.Ю., Чернецкая А.А., Жучков А.В., Рязанов А.Н.** Разработка научных основ технологии утилизации пищевых отходов методом анаэробного сбраживания

205 **Голыбин В.А., Федорук В.А., Лавренова М.А., Волошина М.П.** Щелочно-термическое разложение редуцирующих веществ диффузионного сока

210 **Кульнева Н.Г., Шматова А.И.** Разработка технологии получения и очистки концентрированных сахарных растворов с использованием электрического поля

216 **Голыбин В.А., Голова К.В.** Использование фильтроперлита при проведении карбонизации сока в сахарном производстве

219 **Анохина Е.П., Корнеева О.С., Черемушкина И.В., Шуваев П.В.** Исследование пребиотической активности гидролизатов маннана в условиях in vitro

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

223 **Букреев А.М., Падалкин В.Ю., Шайкин Д.В.** Совершенствование системы сырьевого обеспечения предприятий мясной промышленности

226 **Субочев С.М.** Методический подход к оценке инновационного потенциала сахарных заводов России

229 **Овчинникова Т.И., Пахомов А.И., Кобелева С.В.** Проблемно-ориентированный подход к изменению трудовых отношений (на примере Воронежской области)

234 **Мерзликина Г.С., Грибцова Т.Ю.** Политика социальной ответственности корпоративного промышленного бизнеса

241 **Хорев А.И., Овчинникова Т.И., Пахомов А.И., Кобелева С.В.** Методические подходы к анализу экономической безопасности инновационно-инвестиционных проектов в продовольственном комплексе

246 **Богомолова И.П., Ульянов Т.Ю., Серебрякова Н.А.** Механизм управления рисками зерноперерабатывающих предприятий

252 **Саликов Ю.А., Зенин А.А., Барзенкова А.С., Букреев А.М.** Механизм формирования и реализации кластерной политики промышленных предприятий и отраслей

258 **Подмолюдина И.М., Воронин В.П., Коновалова Е.М.** Инновационные слагаемые экономического роста: страновой аспект

262 **Федорова Н.М.** Сущность и содержание инвестиционной политики в интегрированных научно-производственных комплексах

267 **Журавлев Ю.В., Балабанова Л.И., Куксова И.В.** Механизм инновационного развития туристской инфраструктуры Воронежской области

271 **Барзенкова А.С.** Контроллинг формирования и функционирования кластера

275 **Лазарев И.Н.** Инструменты управления в системе входного контроля

282 **Мистров Л.Е., Дерканосова А.А.** Методы информационного воздействия при синтезе стратегий управления конкурентоспособностью социально-экономических организаций

289 **Титова Е.А.** Особенности использования инструментов системы контроллинга на предприятиях пищевой промышленности

294 **Казарян М.А.** Развитие свеклосахарного подкомплекса на основе инновационных процессов

298 **Кобзева Н.М.** Феномен сопротивления изменениям: сущность, виды и формы проявления

304 **Богомолова И.П., Рязанов А.Н., Самохвалов А.А., Шаров А.В.** Управление ресурсосбережением на основе внедрения системы технической диагностики

307 **Кандакова Г.В.** Проблемы повышения конкурентоспособности аграрного сектора России в условиях вступления в ВТО и направления их решения

312 **Богомолова И.П., Омельченко О.М.** Анализ влияния факторов эффективности хозяйственной деятельности на экономику интегрированных структур

УДК 62-97

Профессор С.Т. Антипов, аспирант А.Н. Мартеха

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств, тел. (473) 255-38-96

Термодинамический анализ процесса сушки ферментированного пшеничного сырья в аппарате с виброкипящим слоем

В статье рассматриваются варианты минимально необходимых энергетических затрат на реализацию исследуемого технологического процесса. Проведен эксергетический анализ с целью повышения степени термодинамического совершенства теплотехнологической системы процесса сушки ферментированного пшеничного сырья в аппарате с виброкипящим слоем.

The article discusses options for the minimum required energy costs for the investigated process. Exergy analysis was conducted in order to increase the degree of thermodynamic perfection of technologically system of the drying process of fermented wheat raw materials in the device with a vibrated fluid layer.

Ключевые слова: сушка, эксергия, термодинамический анализ.

Эксергетический анализ конвективных сушилок выполнен по методике [1], в соответствии с которой они рассматривались в виде теплотехнологических систем сушки ферментированного пшеничного сырья (рисунок 1), условно отделенных от окружающей среды замкнутой контрольной поверхностью. Внутри систем с учетом протекающих теплообменных процессов выделен ряд контрольных поверхностей (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Контрольные поверхности

№	Предлагаемая сушилка
I	Рабочая камера
II	Нагрев воздуха
III	Осушение воздуха

Схемы обмена рассматриваемых теплотехнологических систем сушки корма материальными, тепловыми и энергетическими потоками с окружающей средой, а также между контрольными поверхностями представлена на рисунке 2.

Эксергия в каждой контрольной поверхности изучаемой технологической системы сушки, состоящей из классических необратимых процессов, уменьшается с течением времени, что связано с диссипацией энергии [2].

Эксергия вводимых в систему внешних материальных потоков: исходного сырья и атмосферного воздуха, находящихся в термодинамическом равновесии с окружающей средой, равна нулю, поэтому исключается из баланса.

В процессе нагрева сырья в технологическом оборудовании его химическая эксергия постоянна, так как его состав в процессе переработки не претерпевает изменений. Поэтому учитывается только его удельная термическая эксергия, определяемая на основании уравнения Гюй-Столды:

$$e_{э.к.} = e - e_0 = h - h_0 - T_0(S - S_0), \quad (1)$$

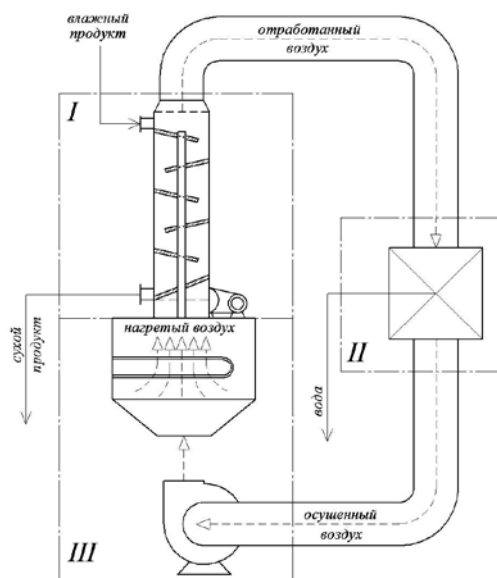


Рисунок 1 - Схема технологического процесса в предлагаемой сушилке:

— — — — — границы контрольных поверхностей;
 - - - - - поток воздуха; — — — — — потоки продукта

где e , e_0 , h , h_0 , S , S_0 - удельная термическая эксергия, кДж/кг; удельная энтальпия, кДж/кг и энтропия, кДж/(кг·К) продукта при текущих параметрах технологического процесса и в состоянии равновесия с окружающей средой.

После сушки влажный воздух направлялся сначала в осушитель, где от него отделялась влага, адсорбированная из продукта в процессе сушки, затем – в нагреватель. Транспортирование воздуха в сушилке осуществлялось в режиме рециркуляции, что позволило сократить энергозатраты на его нагрев перед поступлением в рабочую камеру сушилки.

Приращение полезной эксергии высушенного ферментированного пшеничного сырья в исследуемой сушилке достигается за счет его нагрева горячим воздухом.

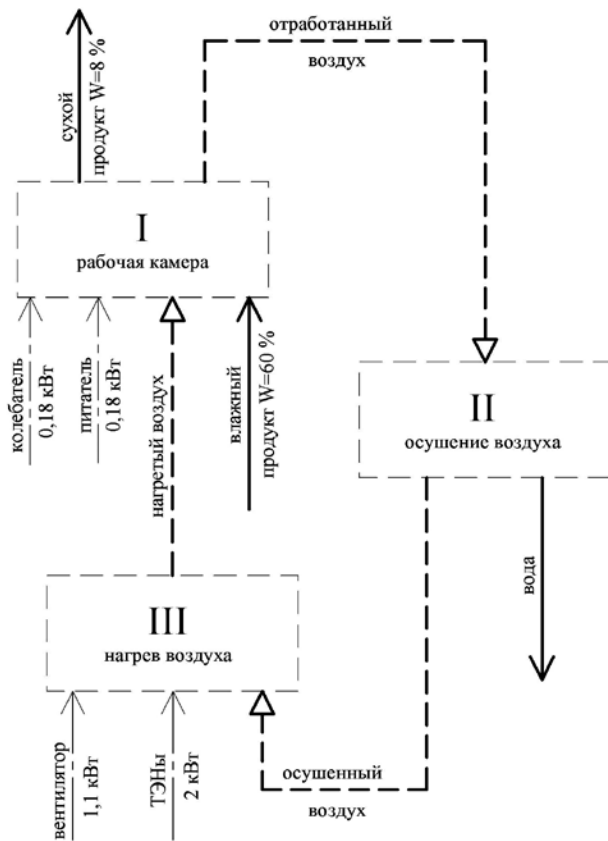


Рисунок 2 - Схема обмена потоками между контрольными поверхностями теплотехнологической системы сушки кормов для предлагаемой сушилки: потоки: $\longrightarrow$ – продукта; $\dashrightarrow$ – воздуха; $\cdots$ – границы контрольных поверхностей; $\dashrightarrow$ – электроэнергия.

В работе рассмотрено влияние на систему внутренних и внешних эксергетических потерь.

В суммарное количество внутренних эксергетических потерь входят потери от конечной разности температур в результате теплооб-

мена между высушиваемым сырьем и нагретым воздухом, электромеханические, возникающие при необратимом изменении структурно-механических свойств продукта, и гидравлические потери, обусловленные внезапным увеличением удельного объема воздуха при его поступлении в рабочую камеру сушилки.

Потери, обусловленные конечной разностью температур между потоками, определяли по формуле:

$$D^m \cong Q^m \cdot \tau_e, \quad (2)$$

где Q^m - количество теплоты, переданное от одного потока к другому, кДж; τ_e - среднее значение фактора Карно для двух взаимодействующих потоков.

Эксергетические потери вследствие падения давления воздуха при его подаче в контрольную поверхность определяли по формуле:

$$D^z = g \cdot \Delta H_z \cdot \frac{T_{kn}}{T_{ex}}, \quad (3)$$

где T_{ex} - температура теплоносителя на входе в контрольную поверхность, К; ΔH_z - гидравлические потери, м.

По формуле Дарси-Вейсбаха найдены гидравлические потери при входе теплоносителя в контрольную поверхность:

$$\Delta H_z = \xi \cdot \frac{v_{ex}^2}{2g}, \quad (4)$$

где v_{ex} - средняя скорость прохождения воздуха по сечению подводящего трубопровода, м/с; ξ - коэффициент сопротивления, определяемый отношением внутреннего объема оборудования, рассматриваемого в качестве контрольной поверхности, к поперечному сечению входного отверстия.

Электромеханические потери эксергии тождественны мощности приводов оборудования (питатель, колебатель, вентилятор), используемого в процессе сушки [3].

Потери эксергии в окружающую среду, обусловленные несовершенством теплоизоляции были найдены по формуле:

$$D^e = Q_{из} \cdot \tau_e, \quad (5)$$

где $Q_{из}$ - суммарные потери тепла в окружающую среду через контрольную поверхность, кДж; τ_e - фактор Карно.

Обозначения потоков на диаграмме
Грассмана-Шаргута

№ потока	Наименование потока
1	Исходное сырье
2	Электроэнергия привода питателя
3	Электроэнергия вибропривода
4	Нагретый воздух
5	Готовый продукт
6	Отработанный воздух
7	Осушенный воздух
8	Электроэнергия нагревателя
9	Электроэнергия вентилятора

В контрольной поверхности II предлагаемой сушилки в сумму внешних потерь также вошла эксергия воды, десорбируемой из отработанного воздуха.

Эксергетические потери высушенного корма на выходе из сушилки при достижении ими термодинамического равновесия с окружающей средой были вычислены по следующей формуле:

$$D_{np} = h_{np} - h_{np}^0 - T_0 \cdot \bar{c} \cdot \ln \frac{T_{np}}{T_{np}^0} \quad (6)$$

где h_{np} , T_{np} – энтальпия, кДж/кг, и температура, К, высушенного корма; $\bar{c}$ – средняя удельная теплоемкость высушенного сырья между его текущим состоянием в момент выгрузки и в состоянии термодинамического равновесия с окружающей средой, кДж/(кг·К).

Оценку термодинамического совершенства теплотехнологических систем сушки проводили по эксергетическому КПД, исходя из значения эксергии высушенного продукта:

$$\eta_{экс} = \frac{\sum_{i=1}^l e_i^3}{\sum_{i=1}^n e_i^3} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^3 - \sum_{j=1}^m D_j}{\sum_{i=1}^n e_i^3}, \quad (7)$$

где $\sum_{k=1}^l e_i^3$ – суммарная удельная эксергия полезных потоков (готовой продукции), кДж/кг; $\sum_{i=1}^n e_i^3$ – суммарная затраченная удельная эксергия (подведенная в систему извне), кДж/кг; $\sum_{j=1}^m D_j$ – суммарные эксергетические потери, кДж/кг.

Эксергия материальных и энергетических потоков, а также внутренние и внешние эксергетические потери, рассчитанные по формулам (2-6), составили эксергетический баланс теплотехнологических систем сушки продукта. При построении эксергетических диаграмм Грассмана-Шаргута (рисунок 3) в качестве абсолютного эксергетического параметра выбрана удельная эксергия e , кДж/кг. Обозначение потоков на рисунке 3 представлено в таблице 2.

Полученный по формуле (7) эксергетический КПД равен 8,4 %, что выше, чем при использовании сушилки-прототипа (учитывая подогрев воздуха перед сушкой) на 8 %. Это говорит о повышении степени термодинамического совершенства системы при использовании контура рециркуляции по теплоносителю, осушающему воздух, а также более эффективному теплообмену воздуха с высушиваемым продуктом при использовании вибропривода.

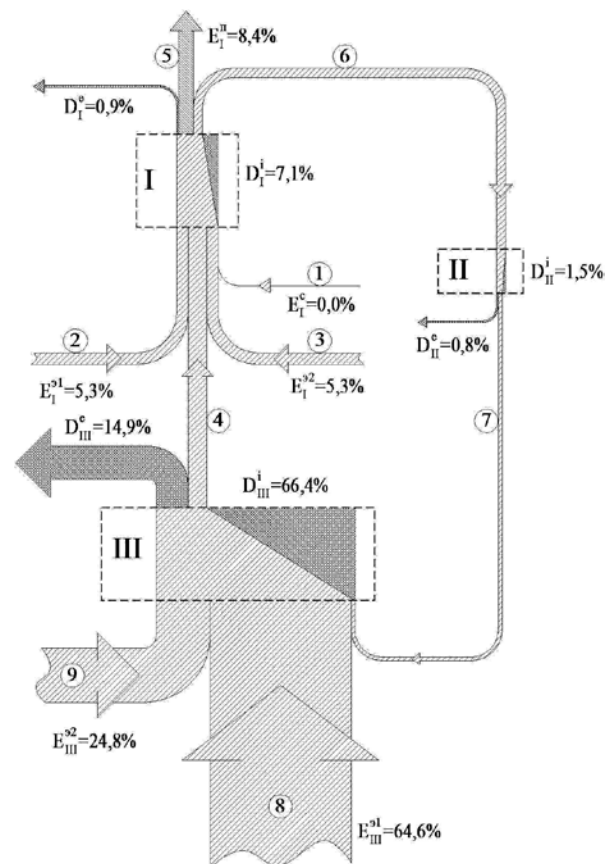


Рисунок 3 - Диаграмма Грассмана-Шаргута для предлагаемой конвективной сушилки. I–III – номера контрольных поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бродянский, В.М. Эксергетический анализ и его приложения [Текст] / В.М. Бродянский, В. Фратшер, К. Михалек. – М.: Энергоатомиздат, 1988 – 288 с.
- 2 Сажин, Б.С. Эксергетический метод в химической технологии [Текст] / Б.С. Сажин, А.П. Булеков. – М.: Химия, 1992. – 208 с.
- 3 Процессы и аппараты пищевых производств. Книга 1 [Текст] / А.Н. Остриков, Ю.В. Красовицкий, А.А. Шевцов и др. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 704 с.

REFERENCES

- 1 Brodyanskiy, V.M. Energy analysis and its applications [Text] / V.M. Brodyanskiy, V. Fratscher, K. Mihalek. – M.: Energoatomizdat, 1988 – 288 p.
- 2 Sazhin, B.S. Exergic method of chemical technology [Text] / B.S. Sazhin, A.P. Bulekov. – M: Chemistry, 1992. – 208 p.
- 3 Processes and equipment for food production. Volume 1/ A.N. Ostrikov, Y.V. Krasovitskiy, A.A. Shevtsov et al. - SPb: ГИОРД, 2007. – 704 p.

Аспирант В.Д. Демьянов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств тел. (473) 255-35-54

Обоснование выбора ступенчатого режима СВЧ – конвективной сушки груш

В результате анализа кинетических закономерностей стационарных режимов СВЧ-конвективной сушки груш и дифференциально-термического анализа разработан комбинированный рациональный режим сушки груш.

Analysis the kinetic regularities stationary regimes of microwave-convective drying pears and differential thermal analysis was performed. As a result of this combined rational mode of drying pears which was developed.

Ключевые слова: СВЧ-конвективная сушка, кинетика, комбинированный режим, груша.

Использование ступенчатого теплоподвода при сушке груш позволит интенсифицировать процесс сушки, сократить время сушки груш. Применение щадящих температурных режимов, максимально адаптированных к основным кинетическим закономерностям, позволит снизить негативное воздействие на термолабильные вещества груш и повысить их качество.

Целью работы является улучшение качества готового продукта и повышение тепловой эффективности процесса сушки за счет использования ступенчатого режима СВЧ-конвективной сушки груш, снижение энергозатрат на получение готового продукта.

Для эффективной реализации процесса сушки груш необходимо изучить характер связи влаги с определением участков, на которых осуществляется преобразование веществ при повышении температуры, а для подбора оптимальных температурно-скоростных режимов сушки груш необходимо иметь данные о формах связи влаги в сырье. Для этого был проведен дифференциально-термический анализ.

Исследование закономерностей теплового воздействия на груши осуществляли методом неізотермического анализа на комплексном термоанализаторе TGA-DSC фирмы Mettler-Toledo STAR^e в атмосфере воздуха с постоянной скоростью нагрева 3 К/мин до 423 К.

Количественную оценку форм связи влаги в продукте осуществляли по экспериментальным зависимостям изменения массы образца TGA, скорости изменения температуры DTA и скорости изменения массы DTG (рисунок 1), полученным методом термогравиметрии.

При температуре 298-332 К (участок 1 на рисунке 2) происходит нагрев и удаление физико-механически связанной влаги, имеющей невысокую энергию связи с продуктом. При температурах 353-349 К (участок 2 на рисунке 2) осуществляется десорбция осмотической влаги груши.

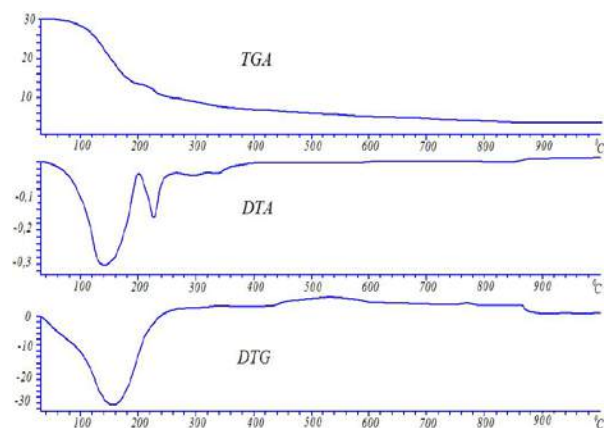


Рисунок 1 – Экспериментальные зависимости изменения массы образца груши TGA, скорости изменения температуры DTA и скорости изменения массы DTG

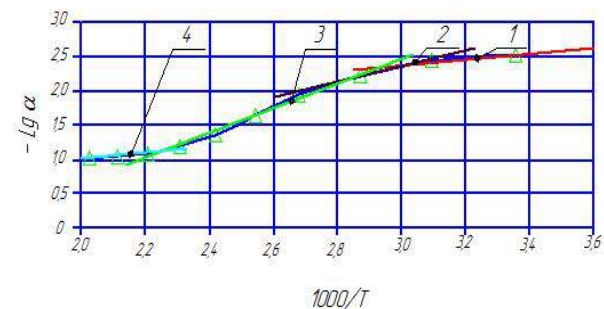


Рисунок 2 – Зависимость $-\lg \alpha$ от величины $10^3/T$ исследуемых персиков при нагревании со скоростью подъема температуры 3 К/мин

Интервал температур 349–444 К (участок 3 на рисунке 2) характеризуется высвобождением адсорбционной влаги, а по мере приближения значения температуры к верхней границе интервала – удалением внутренней и адсорбционной влаги груши. При температуре свыше 444 К (участок 4 на рисунке 2) происходит удаление моноводной влаги. При этом возможно частичное разложение вещества.

Проведенный анализ полученных данных позволил выделить периоды дегидратации воды и преобразования сухих веществ при термическом воздействии на груши, а также выявить температурные зоны, которые соответствуют высвобождению влаги с различной формой и энергией связи, что позволит прогнозировать режимные параметры процесса сушки и выбрать среди них наиболее эффективные.

В процессе нагрева наблюдается уменьшение массы образца (кривая TGA), связанное с потерей влаги. Зависимость скорости изменения температуры DTA характеризуется значительным эндотермическим эффектом в интервале температур 315–473 К (таблица 1), который соответствует максимальной скорости дегидратации продукта и сопровождается интенсивной потерей массы образца.

Т а б л и ц а 1

Кинетические температурные характеристики процесса

Кинетические характеристики процесса	Значение параметра
Температура начала эндотермического эффекта, К	302
Температура пика эндотермического эффекта, К	423
Температура окончания эндотермического эффекта, К	473

Процесс сушки груш исследовали в следующих диапазонах изменения технологических параметров: мощность 800 Вт, скорость воздуха изменялась от 0,4 м/с до 0,7 м/с.

На основе дифференциально-термического анализа был разработан ступенчатый режим их сушки (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Ступенчатый режим сушки груш

Номер этапа	Мощность, Вт	Скорость воздуха, м/с	Время, с
1	800	0,7	0–600
2	800	0,5	600–2280
3	800	0,4	2280–5580

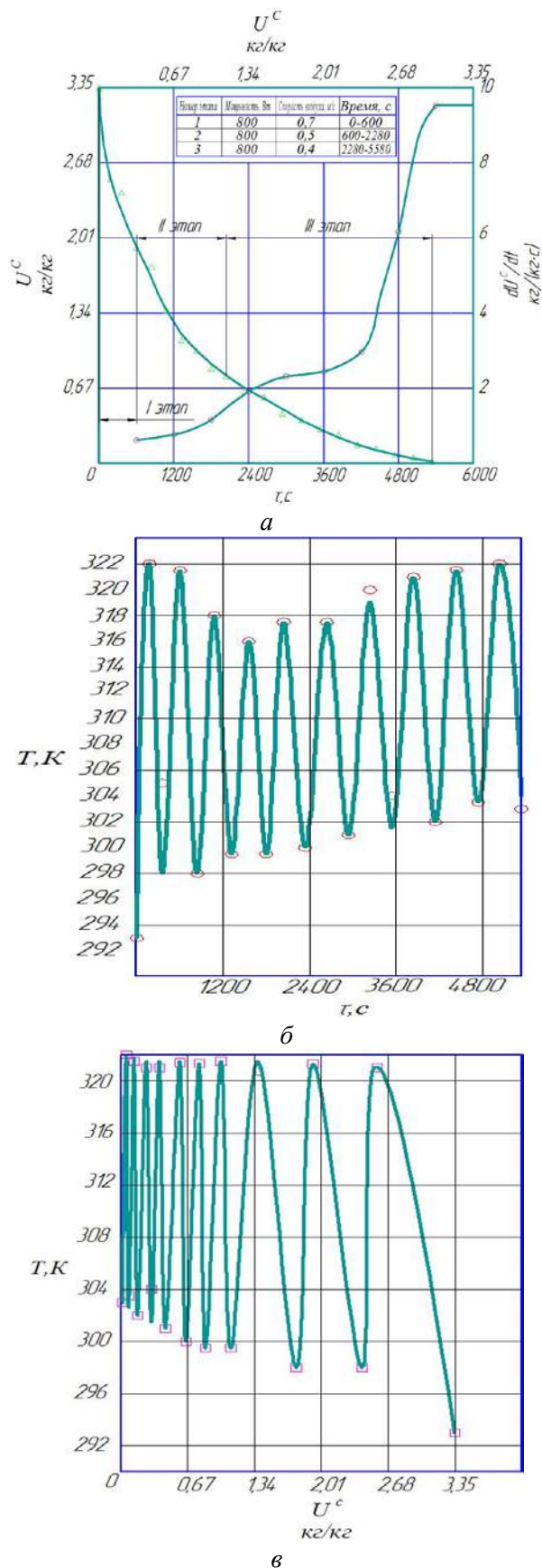


Рисунок 3 – Кривая сушки и скорости сушки груш (а) при ступенчатом режиме СВЧ - конвективной сушки груш, термограмма (б) и температурная кривая (в) при ступенчатом режиме СВЧ - конвективной сушки груш

Как видно из рисунка 2, во время первого этапа из продукта активно удаляется капиллярная влага, отвод паров которой интенсифицируется за счет высокой скорости теплоносителя, на втором этапе теплового воздействия из сырья выходит осмотическая влага, на третьем этапе – адсорбционная влага и на четвертом этапе удаляется моноадсорбционная влага. Повышение температуры на заключительных этапах сушки дает возможность осуществлять процесс более активно.

На рисунке 3. представлена кривая сушки и кривая скорости сушки (а), термограмма (б) и температурная кривая (в) при ступенчатом режиме СВЧ - конвективной сушки груш.

В процессе теплового воздействия груши претерпевают значительные физико-химические изменения, в результате которых высвобождается вода, содержащаяся в конкретном продукте и определяющая характер происходящих внутри него преобразований вещества.

За счет испарения влаги и разложения сахаров, клетчатки и других органических соединений масса продукта снижается. При этом происходит уменьшение прочности структуры вследствие частичного гидролиза клетчатки, целлюлозы и других сложных углеводов, из которых состоят стенки клеток и межклеточные перегородки.

Применение ступенчатого режима сушки груш позволяет уменьшить продолжительность процесса за счет его интенсификации и повысить показатели качества полученного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Гинзбург, А.С. Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов [Текст] / А.С. Гинзбург, И.М. Савина. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 280 с.

2 Справочник технолога пищевого концентратного и овощесушильного производства [Текст] / В.Н. Гуляев, Н.В. Дремина, З.А. Кац и др. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 488 с.

REFERENCES

1 Ginsburg, A.S. Mass transfer and moisture exchange characteristics of foods [Text] / A.S. Ginsburg, I.M. Savina. - M.: Legkaya & pischevaya promyshlennost, 1982. – 280 p.

2 Directory technologist food concentrates and vegetable drying production [Text] / V.N. Gulyaev, N.V. Dremina, Z.A. Katz et al. - M.: Legkaya & pischevaya promyshlennost, 1984. - 488 p.

УДК 631.361.022

Аспирант В.К. Петров

(Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет))
кафедра «Технологические машины и оборудование»

Исследование основных параметров устройства для раскалывания скорлупы орехов

В данной статье предлагается решение проблемы получения целого ядра ореха при его переработке для кондитерской и молочной промышленности. Представлена новая разработка устройства для раскалывания скорлупы различных видов орехов, которая позволит повысить качество вырабатываемой продукции. Поставлены цель и задачи экспериментальных исследований. По результатам экспериментов оптимизированы параметры, получены уравнения зависимостей, проведены их анализы и сделаны выводы.

In this article the solution of the problem of receiving the whole kernel of a nut is offered at its processing for a candy store and the dairy industry. New development of the device for splitting of a shell of different types of nuts which will allow increasing quality of developed production is presented. The purpose and problems of pilot studies are set. By results of experiments parameters are optimized, the equations of dependences are received, analyses are carried out them and conclusions are drawn.

Ключевые слова: влажность и размеры ореха, частота вращения, расход энергии, производительность, качество.

При промышленной переработке орехов путем отделения скорлупы от ядра возникает технологическая проблема сохранения ядра без повреждения и разрушения [1]. Существующие устройства для разрушения скорлупы орехов за один проход осуществляют разрушение на 60 – 70 %, причем около 30 % очищенных ядер выходят после машинного разрушения скорлупы поврежденными.

Потребность в создании подобного оборудования обусловлена тем, что орех является ценной орехоплодной культурой и незаменимым сырьем для кондитерской промышленности.

Целью экспериментальных исследований являлась проверка достоверности теоретических предпосылок и разработок по вопросу процесса очистки ореха фундука от его скорлупы; выявление новых закономерностей процесса дробления ореха, а также определение основных его параметров.

Технология очистки ореха фундука от скорлупы [2], в свою очередь, ставит новые важные задачи: повысить производительность дробильной установки, сократить число стадий переработки, повысить качество и увеличить выход полезного продукта очистки, снизить удельную энергоёмкость процесса.

Расход электроэнергии будет зависеть от многих основных факторов таких, как, во-первых, производительность установки, во-вторых, результаты дробления, в-третьих, свойства перерабатываемого сырья (влажность, степень зрелости и т.д.), в-четвертых, конструкция и режим работы установки.

При проведении экспериментальных исследований были поставлены следующие задачи:

- определить производительность устройства для раскалывания скорлупы орехов;
- определить оптимальный скоростной режим, при котором будет минимальный расход энергии и максимальная производительность;
- определить рабочий режим, при котором достигается максимальное количество цельных ядер очищенных от скорлупы орехов.

Для исследования процесса очистки ореха фундука в лабораторных условиях была сконструирована и реализована специальная установка (Патент № 2454897) [4]. Схема устройства для раскалывания скорлупы орехов представлена на рисунке 1.

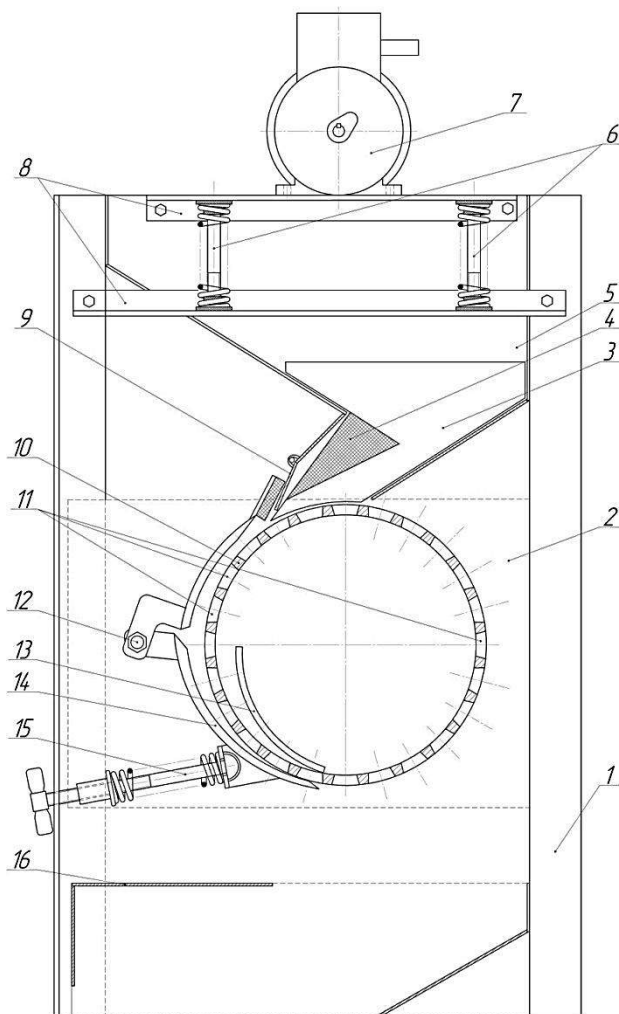


Рисунок 1 - Схема устройства для раскалывания скорлупы орехов

1-станина; 2-корпус; 3-лоток; 4-резиновые вставки; 5-бункер для подачи орехов; 6-вибропоры; 7-вибрирующая установка; 8-крепления для вибропор; 9-заслонки; 10-барабан; 11-ячейки; 12-шарниры; 13-внутренняя прижимная пластина; 14-внешняя прижимная пластина; 15-прижимной регулируемый винт; 16- бункер для приема разрушенных орехов.

При проектировании данного устройства необходимо выполнять следующие требования:

- минимальное расстояние между внешней прижимной щекой и барабаном установки должно быть выставлено таким образом, чтобы ядро ореха после раскалывания скорлупы вышло неповрежденным;

- минимальное расстояние между внутренней прижимной щекой и барабаном установки должно быть выставлено таким образом, чтобы ядро ореха после раскалывания скорлупы вышло неповрежденным;

- пружина, работающая на сжатие, должна оказывать такое влияние на внешнюю прижимную щеку, при котором скорлупа ореха начинает деформироваться (разрушаться).

Эти требования полностью были реализованы в указанном дробильном устройстве за

счет оригинально выполненной конструкции узла дробления.

Принцип действия данного очищающего устройства заключается в следующем.

В емкость бункера [3]засыпается неочищенный орех. Затем включается электродвигатель и вращение с ведущего шкива, установленного на валу червячного редуктора, через двойной ремень передается на ведомый шкив, установленный на валу, закрепленном в подшипниковом узле. На валу расположен фланец, на котором жестко закреплен транспортирующий барабан. Вращаясь, барабан транспортирует орехи в зону колки, при этом удерживая их в своих ячейках. Орехи увлекаются в зазор между внешней прижимной пластиной и барабаном, где подвергаются разрушению. Орех, приближаясь к внешней прижимной пластине, начинает сдавливаясь, тем самым отодвигая

от себя пластину. Жесткая пружина, оказывая давление на внешнюю прижимную пластину, постепенно разрушает скорлупу ореха. После разрушения скорлупы ореха, ядро остается нетронутым, благодаря правильно выставленному зазору между прижимной пластиной и барабаном. Оставшиеся в ячейках скорлупа и шелуха выталкиваются и вычищаются жесткой щеткой закрепленной на внутренней щеке. Расколотые орехи ссыпаются в приемный бункер для последующей обработки.

Далее был проведен математически спланированный лабораторный эксперимент по оптимизации основных параметров процесса раскалывания скорлупы орехов. Анализ литературных источников и проведенные нами предварительные эксперименты позволили нам установить основные факторы, влияющие на процесс раскалывания скорлупы орехов.

Испытания проводились по следующей методике. Частота вращения барабана составляла 16 и 30 оборотов в минуту; для лабораторных испытаний был принят лесной орех фундук с влажностью 14 и 22 %; размеры орехов были приняты диаметром в диапазоне $-19...+22$ и $22+ \text{ мм}$.

После обработки экспериментальных данных мы получили следующие математические модели:

- для определения производительности устройства для раскалывания скорлупы орехов:

$$y = 86,1 + 2,22 \cdot X_1 + 6,18 \cdot X_2 - 5,03 \cdot X_3 \quad (1)$$

- для определения качества переработанных орехов, получения цельных ядер орехов после переработки:

$$y = 36,3 - 1,33 \cdot X_1 - 8,33 \cdot X_2 + 7,33 \cdot X_3 \quad (2)$$

- для определения количества затрачиваемой электроэнергии:

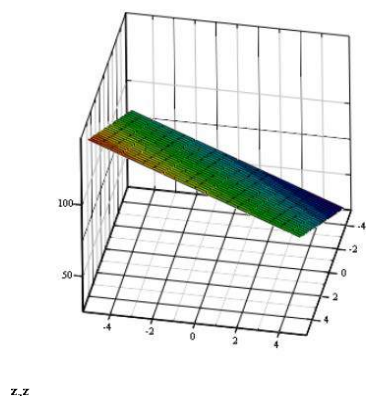
$$y = 55,9 - 1,62 \cdot X_1 + 2,25 \cdot X_2 + 2,67 \cdot X_3 \quad (3)$$

На рисунке 2 приведены графики зависимостей факторов:

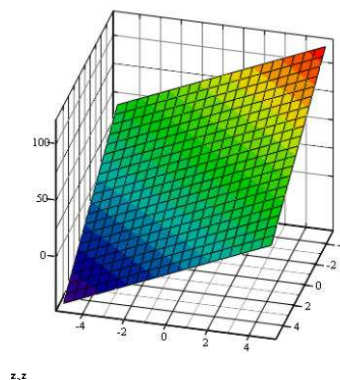
a - зависимость производительности $Y=f(X_2; X_3)$ от частоты вращения барабана X_2 и влажности перерабатываемых орехов X_3 ;

б - влияние частоты вращения барабана X_2 и влажности перерабатываемого ореха X_3 на параметр оптимизации качество, $Y=f(X_2; X_3)$;

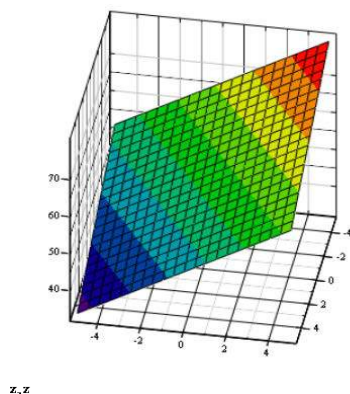
в - влияние диаметра и влажности перерабатываемого ореха X_1, X_3 на параметр оптимизации мощность $Y=f(X_1; X_3)$.



а



б



в

Рисунок 2 - Графики зависимостей факторов при проведении экспериментов на производительность, качество и расход электроэнергии.

Анализ уравнения (1) показывает, что на параметр оптимизации (производительность, кг/ч) при раскалывании скорлупы орехов крупностью – 19... + 22 и 22 + мм наибольшее влияние оказывают частота вращения барабана и влажность ореха, причем с увеличением частоты вращения барабана и низком содержании влаги производительность устройства возрастает.

Анализ уравнения (2) показывает, что на параметр оптимизации (качество, % полученных цельных ядер орехов) при раскалывании скорлупы орехов крупностью – 19... + 22 и 22 + мм наибольшее влияние оказывают частота вращения барабана и влажность ореха, причем при переработке орехов влажностью 14 % и размером 22+ на высоких оборотах выход цельных ядер увеличивается. С увеличением процента влажности возрастает количество поврежденных ядер орехов после их переработки.

Анализ уравнения (3) показывает, что на параметр оптимизации (мощность – количество потребляемой энергии, Вт) при раскалывании скорлупы орехов крупностью – 19... + 22 и 22 + мм наибольшее влияние оказывает влажность, причем с увеличением влажности возрастает количество потребляемой энергии. Также при раскалывании скорлупы орехов с влажностью, превышающей 22%, на высоких оборотах увеличивается мощность, затрачиваемая на переработку орехов.

Таким образом, на переработку орехов наибольшее влияние оказывают такие параметры как скорость вращения барабана, влажность и размеры перерабатываемого ореха, что было доказано в проведенных нами экспериментами.

Выводы: по результатам математически спланированного лабораторного эксперимента определена корреляционно-регрессионная взаимосвязь между параметрами и режимами работы устройства. Установлены режимы, при которых достигается максимальная производительность, высокое качество выхода цельных ядер орехов после механического воздействия, а также режим, при котором будет расходовано минимальное количество электроэнергии. Технологические параметры, оптимизированные в результате вычислительного и лабораторного экспериментов, легли в основу разработанного устройства для раскалывания скорлупы орехов: производительность устройства – 100 кг/ч и качество цельных неповрежденных ядер ореха – 90 %.

ЛИТЕРАТУРА

1 Влащик, Л.Г. Технологическая оценка различных сортов фундука для переработки на предприятии ЗАО «Орехпром» [Текст] / Л.Г. Влащик, А.А. Хашир // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2006. – №2 (18).

2 Выскребенец, А.С. Совершенствование технологии и оборудования для разрушения скорлупы различных видов ореха [Текст] / А.С. Выскребенец, В.К. Петров // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – №6. – С. 193-196.

3 Минченя, В.Т. Основы автоматики (Лабораторные работы, практикум) [Текст] / В.Т. Минченя, А.Л. Савченко, М.И. Филонова // Белорусский национальный технический университет, кафедра «Конструирование и производство приборов». - Минск, 2009. – 43 с.

4 Пат. № 2454897 Россия, МПК 2454897 A23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы орехов [Текст] / В.К. Петров, А.С. Выскребенец. – Заявл. № 2011105451/13 14.02.2011; опубл.10.07.2012.

REFERENCES

1 Vlaschik, L.G. Technological evaluation of different hazelnut varieties for processing at CJSC "Orehprom" [Text] / L.G. Vlaschik, A.A. Khashir // Polythematic network electronic scientific journal KubSAU. - 2006 . - № 2 (18).

2 Vyskrebenets, A.S. Improving technology and equipment for the destruction of various types of walnut shell [Text] / A.S. Vyskrebenets, V.K. Petrov // Scientific and technical bulletin of Volga region. - 2012 . - № 6. - P. 193-196.

3 Minchenia, V.T. Fundamentals of automation (Laboratory work , workshop) [Text] / V.T. Minchenia, A.L. Savchenko, M.I. Filonova // Belarusian national technical university, department "Design and manufacture of devices". – Minsk, 2009. - 43 p.

4 Pat. № 2454897 Russia, IPC 2454897 A23N5/00. A device for cracking shells of nuts [Text] / V.K. Petrov, A.S. Vyskrebenets. - Appl. № 2011105451/13 14.02.2011; publ.10.07.2012.

Аспирант Д.С. Кочанов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, макаронного, кондитерского и зерноперерабатывающего производств, тел. (473) 255-38-51

Анализ изменения температуры и влажности зерна в процессе его микронизации

Исследовано изменение температуры и влажности зерна в процессе его микронизации. Установлен характер влияния выбранных режимов ИК-обработки зерна на степень декстринизации крахмала ячменя и пшеницы.

The change in temperature and humidity in the process of grain micronization is investigated. The nature of the influence of the selected modes IR grain handling on the degree of dextrinization barley and wheat starch is identified.

Ключевые слова: микронизация, зерно, кинетика, декстринизация, крахмал.

Процесс термообработки при микронизации зерна определяется влиянием на него параметров, определяющих режим термообработки; параметров, определяющих состояние и качество нагреваемого продукта и конструктивных параметров [1].

Критерием оценки процесса ИК-нагрева служили влажность и степень декстринизации крахмала обрабатываемого зерна [2].

На рисунке 1 показано изменение влажности и температуры нагрева исходного зерна в зависимости от длительности обработки, а на рисунке 2 – изменение температуры и влажности обработанного зерна в зависимости от производительности микронизатора.

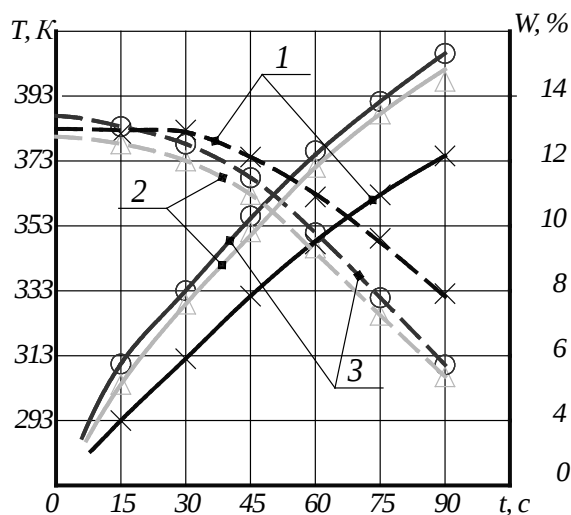


Рисунок 1 - Изменение температуры и влажности зерна от продолжительности термообработки: 1 – шелушенный ячмень ($W = 13,2\%$); 2 – пшеница ($W = 12,7\%$); 3 – кукуруза ($W = 12,4\%$);

————— – термограммы;
----- – кривые сушки

Анализ кинетических зависимостей показывает, что процесс термообработки зерна ИК-лучами протекает в два периода.

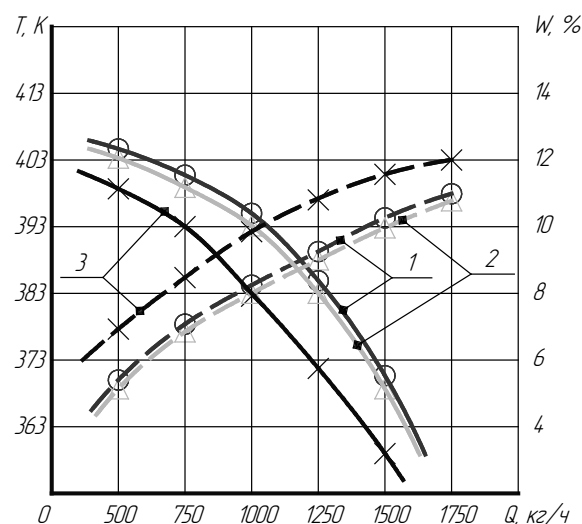


Рисунок 2 - Изменение температуры и влажности обработанного зерна от производительности микронизатора: 1 – шелушенный ячмень ($W = 13,2\%$); 2 – пшеница ($W = 12,7\%$); 3 – кукуруза ($W = 13,4\%$);

————— – термограммы;
----- – кривые сушки

Начальный этап процесса обработки характеризуется небольшим снижением влажности и увеличением скорости влагоотдачи. При значительной интенсивности излучения и, как правило, малой толщине слоя зерна на вибрирующей платформе микронизатора начальная стадия прогрева продукта непродолжительна и протекает в течение 10-15 с. В дальнейшем, когда температура зерна повышается до 333 К и выше, наблюдается интенсивное испарение влаги, что в силу небольшой термовлагопро-

водности зерна приводит к образованию внутри зерновки значительных градиентов влажности и температуры. Это вызывает образование микротрещин, что нарушает микроструктуру нагреваемого продукта, в частности, крахмальных гранул. В этот период наблюдается линейная зависимость между влажностью и длительностью термообработки, т. е. наступает период постоянной скорости испарения влаги.

При нагреве зерна свыше 373 К оно вспучивается, становится пластичным. В таком состоянии оно наиболее эффективно плющится. Однако для различных зерновых культур длительность нагрева до 373 К различна. Если для ячменя и пшеницы она составляет 55-60 с, то для кукурузы время нагрева возрастает до 80 с. Вызвано это большими размерами зерновок кукурузы. В то же время влажность кукурузы при данном значении температуры практически соответствует влажности ячменя и пшеницы.

Дальнейший нагрев зерна приводит к его растрескиванию и интенсивному испарению влаги. При уменьшении влажности ниже 8 %, когда температура зерна достигает 388-393 К, продукт приобретает хрупкую структуру и при плющении крошится, что сказывается как на самом эффекте плющения, так и на товарном виде продукции. Кроме этого, снижение влагосодержания приводит к убыли массы зерна и, соответственно, к удорожанию данного способа обработки.

Поэтому в дальнейших исследованиях влажность обрабатываемого зерна ограничили до 8 %.

График показывает (рисунок 3), что с увеличением влажности зерна, увлажненного водой, длительность процесса ИК-нагрева увеличивается. Так, если при нагреве ячменя с исходной влажностью 13,2 % до температуры 388-393 К длительность облучения составляла 75 с, то для увлажненного ячменя влажностью 18-19 % при нагреве до такой же температуры время воздействия терморadiации увеличилось до 100 с.

Предварительное пропаривание зерна незначительно увеличивает длительность термообработки по отношению к зерну с исходной влажностью. Объясняется это тем, что температура пропаренного зерна перед микронизатором составляет уже 343-363 К и поэтому на прогрев зерна требуется меньшее количество тепловой энергии.

На процесс микронизации оказывают влияние три режима обработки зерна: увлажнение водой с последующим отволаживанием;

пропаривание; совместное увлажнение и пропаривание зерна. Влажность зерна в опытах изменялась от 12 до 25 %.

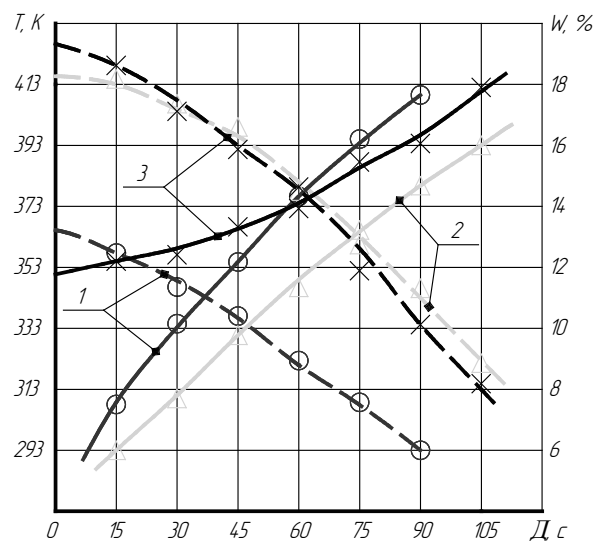


Рисунок 3 - Изменение температуры и влажности ячменя от продолжительности термообработки:

1 – шелушенный ячмень исходной влажности ($W = 13,2 \%$); 2 – увлажненный ячмень ($W = 18,2 \%$); 3 – пропаренный ячмень ($W = 19,4 \%$);

————— — термограммы;
----- — кривые сушки

Анализируя полученные данные (рисунок 4) и сопоставляя их с предельно допустимым значением влажности, можно заключить, что оптимальная производительность микронизатора при обработке зерна исходной влажностью составляет 900-1000 т/ч. При этом степень декстринизации крахмала ячменя и пшеницы 9-10 %, кукурузы – 12-13 %.

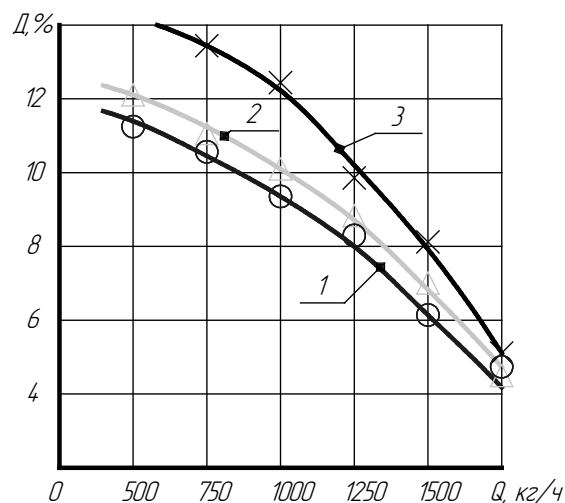


Рисунок 4 - Изменение степени декстринизации крахмала зерна от производительности микронизатора:

1 – шелушенный ячмень ($W = 13,2 \%$); 2 – пшеница ($W = 12,7 \%$); 3 – кукуруза ($W = 13,4 \%$)

Повышение содержания влаги в зерне оказывает влияние на деструкцию крахмала зерна в процессе микронизации. Установлено, что степень декстринизации зерна с увеличением влажности до 19 % растет интенсивно и достигает для ячменя и пшеницы 24-27 % (рис. 5, 6). При этом производительность микронизатора и температура нагрева зерна составили 800-900 кг/ч и 388-393 К соответственно. Увлажнение зерна выше 19 % не оказывает заметного воздействия на деструкцию крахмала.

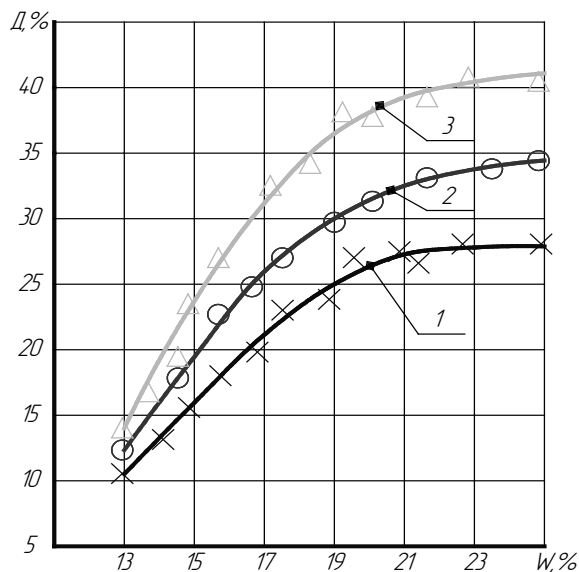


Рисунок 5 – Влияние влажности зерна ячменя на изменение степени декстринизации крахмала: 1 – увлажненное зерно; 2 – увлажненное и пропаренное зерно; 3 – пропаренное зерно

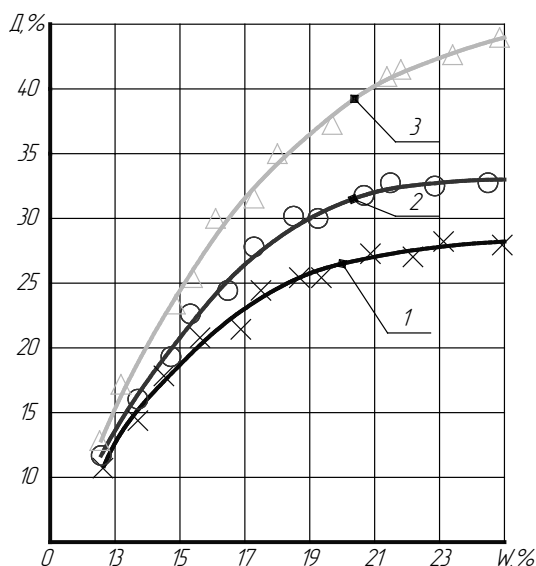


Рисунок 6 – Влияние влажности пшеницы на изменение степени декстринизации крахмала: 1 – увлажненное зерно; 2 – увлажненное и пропаренное зерно; 3 – пропаренное зерно

Определено (рисунок 7), что увлажнение кукурузы до 19 % является оптимальным режимом. Степень декстринизации крахмала микронизированной кукурузы с этой влажностью достигает более 30 %, что на 8-10 % выше, чем в ячмене и пшенице. Однако, при термообработке кукурузы производительность микронизатора на 150-200 кг/ч ниже по отношению к производительности, полученной в процессе микронизации ячменя и пшеницы.

Показано (рисунки 5-7), что пропаривание зерна значительно интенсифицирует процесс деструкции крахмала микронизированного зерна. Так, если в микронизированном ячмене и пшенице с исходной влажностью 12-13 % степень декстринизации составляла 8-10 %, то в этом зерне, прошедшем предварительное пропаривание до влажности 19-20 % и микронизацию, данный показатель увеличился до 35-40 %, т.е. в 2,5 раза. В обработанной кукурузе степень декстринизации повышается до 50 % или в 3,4 раза.

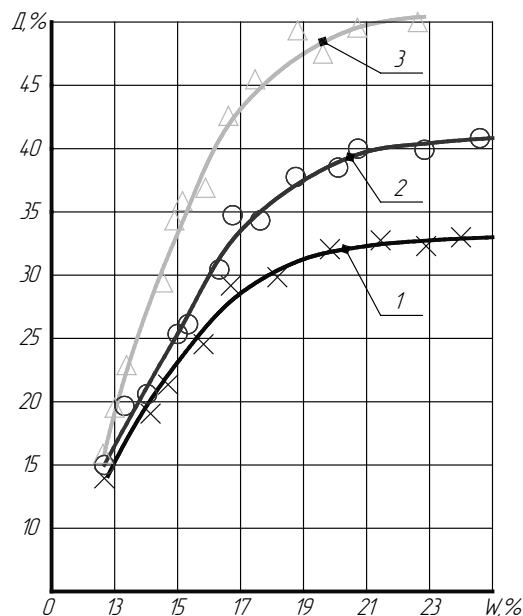


Рисунок 7 – Влияние влажности кукурузы на изменение степени декстринизации крахмала: 1 – увлажненное зерно; 2 – увлажненное и пропаренное зерно; 3 – пропаренное зерно

Достигается данный показатель качества ячменя и пшеницы при температуре нагрева зерна – 388-393 К, продолжительности обработки – 85-90 с, производительности микронизатора – 900-1000 кг/ч.

Для кукурузы эти показатели соответственно равны: 388-393 К; 100-105 С, 700-800 кг/ч. Наряду с этим следует отметить, что пропаривается ячмень и пшеница до

влажности 19 % в течение 10-12 мин, кукуруза – 15-16 мин. В зерне, прошедшем предварительное увлажнение и пропаривание, степень декстринизации крахмала была ниже, чем в пропаренном зерне и всего на 2-3 % была выше, чем в увлажненном.

На основании изучения ИК-нагрева и предварительной влаготепловой обработки можно отметить, что наиболее эффективно проходит процесс микронизации пропаренного зерна до влажности 19 % с последующей термообработкой в течение 90-95 с до температуры 388-393 К. Исследуя влияние производительности микронизатора на качество зерна, прошедшего предварительную влагообработку, следует отметить, что с уменьшением производительности степень декстринизации крахмала повышается (рисунок 8).

Однако одновременно происходит интенсивное снижение влажности микронизированного зерна, а это приводит к убыли массы зерна. Наряду с этим, при влажности ниже 8 % микронизированное зерно теряет пластические свойства и в процессе плющения измельчается.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Зверев, С.В. Высокотемпературная микронизация в производстве зернопродуктов [Текст] / С.В. Зверев.- М.: ДеЛи принт, 2009. - 221 с.
- 2 Елькин, Н. Инфракрасные технологии для обработки зерна [Текст] / Н. Елькин, В. Кирдяшкин //Комбикорма. – 2006. – № 6.

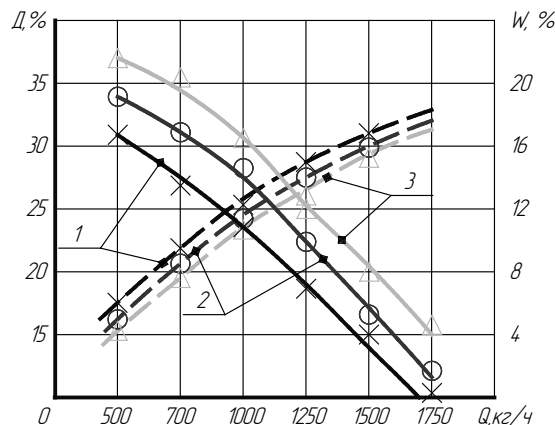


Рисунок 8 – Изменение температуры и влажности обработанного зерна от производительности микронизатора: 1 – увлажненный шелушенный ячмень ($W = 18,2 \%$); 2 – увлажненный и пропаренный ячмень ($W = 18,7 \%$); 3 – пропаренный ячмень ($W = 19,4 \%$); — термограммы; - - - - - кривые сушки

Таким образом, установлено, что оптимальная производительность микронизатора при обработке пропаренного зерна составляет 900-1000 кг/ч, увлажненного – 800-900 кг/ч.

REFERENCES

- 1 Zverev, S.V. High micronization in the production of cereals [Text] / S.V. Zverev. – M.: DeLee print, 2009. - 221 p.
- 2 Elkin, N. Infrared technology for the processing of grain [Text] / N. Elkin, V. Kirdyashkin // Fodder. – 2006. – № 6.

Профессор А.А. Шевцов, доцент А.В. Дранников,
аспирант А.С. Муравьев

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского,
макаронного и зерноперерабатывающего производств, тел. 255-38-51

Оптимизация процесса сушки фильтрата послеспиртовой барды

Исследованы взаимодействия различных факторов, влияющих на процесс сушки фильтрата послеспиртовой барды. Получены рациональные условия проведения процесса сушки в распылительной сушилке.

The interactions of various factors affecting the process of drying the filtrate distillery dregs are investigated. Rational conditions for the process of drying the filtrate distillery dregs in a spray dryer are obtained.

Ключевые слова: оптимизация процесса сушки, фильтрат послеспиртовой барды, номограмма, кривые равных значений, уравнения регрессии, критерии оценки.

Утилизация послеспиртовой барды является важной задачей, актуальность которой рассмотрена многими исследователями. При этом решаются задачи рационального использования вторичных ресурсов и повышения экологической безопасности производства [1,2].

Одним из таких путей может быть использование фильтрата барды как отдельного продукта в процессе сушки. Для осуществления данного процесса предложено использовать распылительный тип сушки, при этом время сушки составляет 1,5-2 с, а в сочетании с невысокой температурой сушки, порядка 80 С, позволяет получить высококачественный порошкообразный продукт. Такой метод сушки не вызывает денатурацию белков, окисления и потерь витаминов, которыми богат фильтрат барды.

Для исследования взаимодействия различных факторов, влияющих на процесс сушки фильтрата послеспиртовой барды в распылительной сушилке, были применены математические методы планирования эксперимента [1]. Описание данного процесса может быть получено эмпирически. При этом его математическая модель имеет вид уравнения регрессии, найденного статистическими методами на основе экспериментов [2]. Математическая модель изучаемого процесса представляется в виде полинома второй степени:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^n b_{ii} \cdot X_i^2 + \sum_{i \leq j}^n b_{ij} \cdot X_i \cdot X_j$$

где b_0 – свободный член уравнения, равный средней величине отклика при условии, что рассматриваемые факторы находятся на средних, нулевых, уровнях;

X – масштабированные значения факторов, которые определяют функцию отклика и поддаются варьированию;

b_{ij} – коэффициенты двухфакторных взаимодействий, показывающие, насколько изменится степень влияния одного фактора при изменении величины другого;

b_{ii} – коэффициенты квадратичных эффектов, определяющие нелинейность выходного параметра от рассматриваемых факторов;

i, j – индексы факторов;

n – число факторов в матрице планирования.

В качестве основных факторов [3], влияющих на процесс сушки послеспиртовой барды, были выбраны:

X_1 – температура сушильного агента, °С;

X_2 – скорость сушильного агента, м/с;

X_3 – скорость вращения диска распылительной сушилки, м/с

X_4 – влажность сгущенного фильтрата барды, %.

Все эти факторы совместимы и некоррелируемы между собой. Пределы изменения исследуемых факторов приведены в таблице 1. Выбор интервалов изменения входных факторов обусловлен технологическими условиями процесса сушки послеспиртовой барды в распылительной сушилке и технико-экономическими показателями процесса.

Таблица 1

Пределы изменения входных параметров

Пределы изменения входных факторов	Кодированное значение	Значение факторов в точках плана			
		X_1 T_B , °C	X_2 v_B , м/с	X_3 v_d , м/с	X_4 ω , %
Основной уровень	0	70	10	160	65
Интервал планирования	Δ	5	1	20	5
Верхний уровень	+1	75	11	180	70
Нижний уровень	-1	65	9	140	60
Верхняя "звездная точка"	+2	80	12	200	75
Нижняя "звездная точка"	-2	60	8	120	55

Критериями оценки влияния входных факторов на процесс сушки послеспиртовой барды были выбраны: Y_1 – удельные энергозатраты процесса сушки, к 1 кг испаренной влаги, кВт ч/кг; Y_2 – влагонапряжение сушильной камеры, кг/(м·с); Y_3 – влажность готового продукта, %.

$$Y_1 = 3,28 + 0,11 \cdot X_1 + 0,1 \cdot X_2 + 0,098 \cdot X_3 + 0,067 \cdot X_4 + 0,007 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,005 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,0112 \cdot X_1 \cdot X_4 + 0,0085 \cdot X_1^2 - 0,009 \cdot X_2^2 - 0,0065 \cdot X_3^2 - 0,014 \cdot X_4^2$$

$$Y_2 = 9,94 - 0,23 \cdot X_1 - 0,094 \cdot X_2 - 0,208 \cdot X_3 + 0,204 \cdot X_4 + 0,01 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,105 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,0112 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0,0185 \cdot X_1^2 - 0,0048 \cdot X_2^2 - 0,0035 \cdot X_3^2 - 0,002 \cdot X_4^2 \quad (3)$$

$$Y_3 = 9,13 + 0,39 \cdot X_1 + 0,386 \cdot X_2 + 0,387 \cdot X_3 - 0,25 \cdot X_4 + 0,031 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,032 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,011 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0,053 \cdot X_1^2 - 0,071 \cdot X_2^2 - 0,055 \cdot X_3^2 - 0,091 \cdot X_4^2$$

На рисунках 1-4 показаны кривые равных значений выходных параметров, которые представляют научный интерес, позволяя определять значения входных параметров в исследуемой области значений и прогнозировать возможные значения данных параметров вне её.

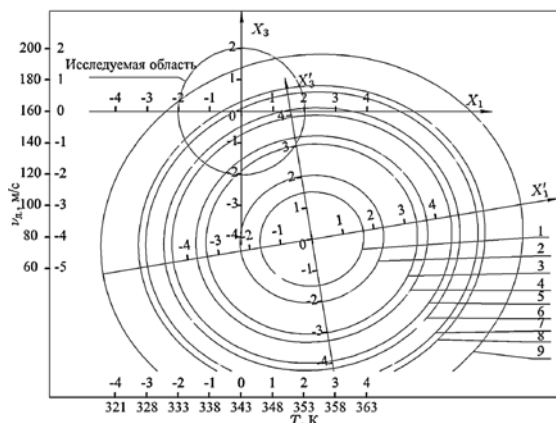


Рисунок 1 - Кривые равных значений удельных энергозатрат, Y_1 , кВт·ч/кг; от температуры сушительного агента, T , К и скорости вращения диска сушительной установки v_d , м/с

Выбор критериев оценки Y обусловлен их наибольшей значимостью для процесса сушки послеспиртовой барды. Так, Y_1 определяет энергоёмкость процесса и является важным показателем в оценке его энергетической эффективности, Y_2 определяет производительность процесса сушки и напрямую связан с его скоростью, Y_3 напрямую связан с качеством готового порошкообразного продукта.

Для исследования было применено центральное композиционное ротационное униформ-планирование и был выбран полный факторный эксперимент 2^4 [1]. При обработке результатов эксперимента были применены следующие статистические критерии: проверка однородности дисперсий – критерий Кохрена, значимость коэффициентов уравнений регрессии – критерий Стьюдента, адекватность уравнений – критерий Фишера. В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающие данный процесс под влиянием исследуемых факторов:

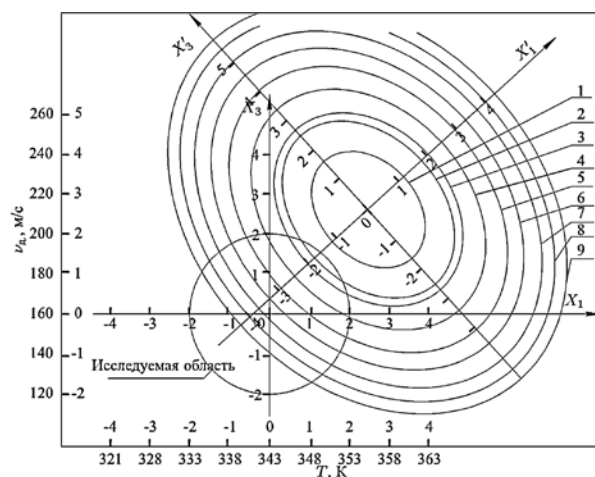


Рисунок 2 – Кривые равных значений влагонапряжения сушильной камеры, Y_2 , кг/м³·ч; от температуры сушительного агента, T , К и скорости вращения диска сушительной установки v_d , м/с

На рисунках 5-6 показаны номограммы для определения значений выходных параметров в исследуемой области значений.

Общая математическая постановка задачи оптимизации представлена в виде следующей модели:

$$q = q(Y_1, Y_2, Y_3) \rightarrow \text{opt при } x \in D$$

Определим область значений:

$$D: Y_1(X_1, X_2, X_3, X_4) \rightarrow \min$$

$$Y_2(X_1, X_2, X_3, X_4) \rightarrow \max$$

$$Y_3(X_1, X_2, X_3, X_4) \rightarrow \min$$

В таблице 2 сведены оптимальные интервалы изменения параметров X_i для всех исследуемых выходных факторов.

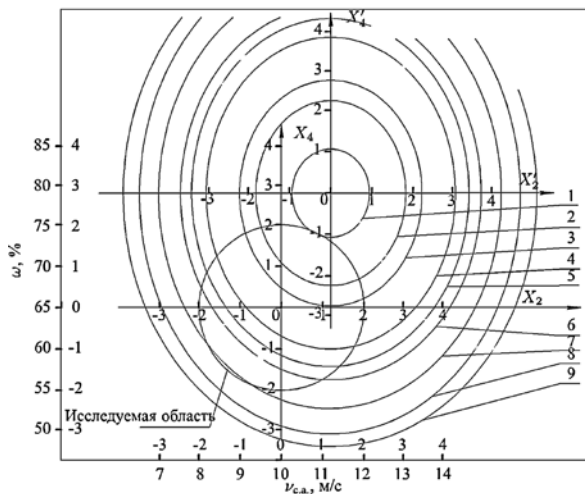


Рисунок 3 – Кривые равных значений влагонапряжения сушильной камеры, Y_2 , кг/м³·ч; от скорости сушильного агента $v_{с.а.}$, м/с и влажности упаренного фильтрата ω , %

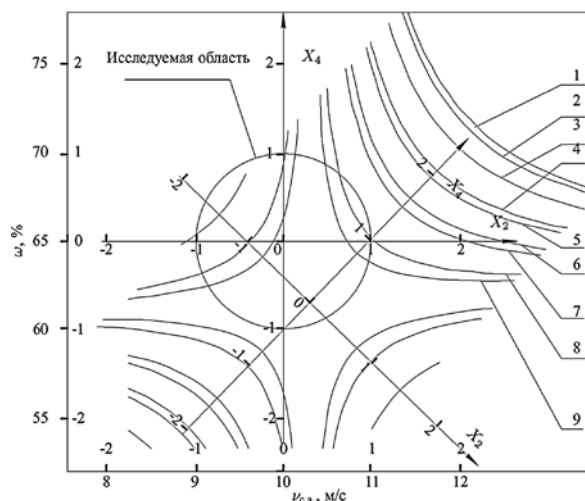


Рисунок 4 - Кривые равных значений влажности готового продукта, Y_3 , %; от скорости сушильного агента $v_{с.а.}$, м/с и влажности упаренного фильтрата ω , %

Согласно критерию оптимизации для принятия окончательного решения по выбору

оптимальных режимов исследуемого процесса необходимо решить компромиссную задачу, накладывая оптимальные (таблица 2) интервалы параметров X_i друг на друга.

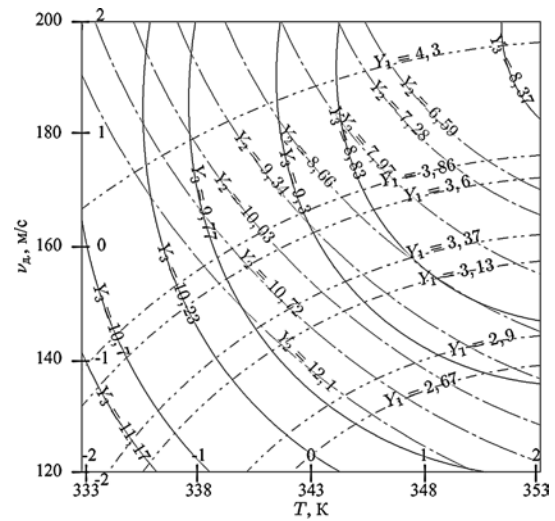


Рисунок 5 – Номограмма для определения значений удельных энергозатрат Y_1 , кВт·ч/кг и влажности готового продукта Y_3 , %

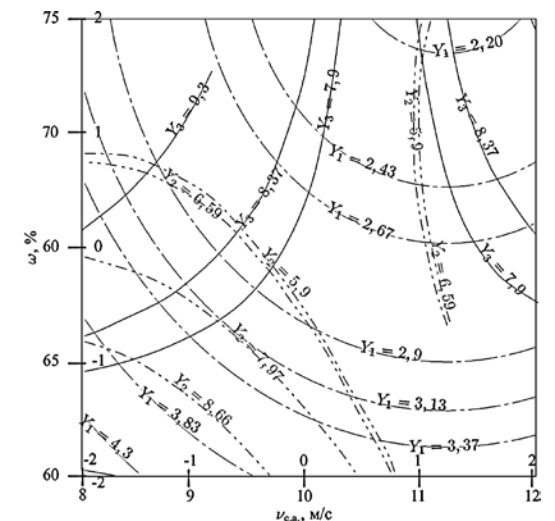


Рисунок 6 – Номограмма для определения значений энергозатрат Y_1 , кВт·ч/кг и влажности Y_3 , %

Таблица 2

Оптимальные интервалы параметров X_i

Y	$X_1, ^\circ\text{C}$		$X_2, \text{м/с}$		$X_3, \text{м/с}$		$X_4, \%$	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Y_1	60	65	8	9	120	140	55	62
Y_2	75	80	11	12	180	200	70	75
Y_3	77	80	10	11	11	200	57	65

В результате были получены рациональные значения интервалов входных факторов:

$$X_1 = 70 - 77 ^\circ\text{C};$$

$$X_2 = 9,5 - 11,5 \text{ м/с};$$

$$X_3 = 160 - 180 \text{ м/с};$$

$$X_4 = 58 - 68 \text{ \%}.$$

Для проверки правильности полученных результатов был поставлен ряд параллельных экспериментов, полученные результаты попадали в рассчитанные доверительные интервалы по всем критериям качества. При этом среднеквадратичная ошибка не превышала 5,2 %.

Разработанные математические модели сушки фильтрата послеспиртовой барды могут быть использованы при конструкторской разработке технологии распылительной сушки и управляющей аппаратуры для сушилок.

Таким образом, решена задача оптимизации, которая позволила выделить рациональные интервалы изменения входных факторов по трем критериям посредством компьютерных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кретов, И.Т. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности [Текст] / И. Т. Кретов, С. Т. Антипов, Г. В. Агафонов. - Воронеж: Издательство государственного университета, 2011. - 586 с.

2 Журавлев, А. В. Совершенствование процесса сушки послеспиртовой зерновой барды в аппарате с закрученным потоком теплоносителя [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.12. - Воронеж, 2006.

3 Грачев, Ю. П. Математические методы планирования эксперимента [Текст] / Ю.П. Грачев, Ю.М. Плаксин. - М.: ДеЛи принт, 2005. - 296 с.

4 Грачев, Ю. П. Моделирование и оптимизация тепло- и массообменных процессов пищевых производств [Текст] / Ю.П. Грачев, А.К. Тубольцев. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 215 с.

5 Шевцов, А. А. Выбор рациональных параметров премиксов с содержанием холинхлорида [Текст] / А.А. Шевцов, Е.С. Шевцова, А.В. Дранников, А.А. Дерканосова и др. // Известия Вузов. - 2009. - № 5,6. - С. 68-71.

REFERENCE

1 Kretov, I.T. Technological equipment companies fermentation industry [Text] / I.T. Kretov, S.T. Antipov, G.V. Agafonov. - Voronezh State University Publishing House, 2011. - 586 p.

2 Zhuravlev, A.V. Improvement drying process distillery grains wastes in the device with twisted coolant flow [Text]: diss. ... PhD: 05.18.12. - Voronezh, 2006.

3 Grachev, U.P. Mathematical methods of experimental design [Text] / U.P. Grachev, U.M. Plaxin. - M.: DeLee print, 2005. - 296 p.

4 Grachev, U.P. Modelling and optimization of heat and mass transfer processes of food production [Text] / U.P. Grachev, A.K. Tuboltsev. - M.: Legkaya & pischevaya, 1984. - 215 p.

5 Shevtsov, A.A. Choice of rational parameters with premix containing choline chloride [Text] / A.A. Shevtsov, E.S. Shevtsova, A.V. Drannikov, A.A. Derkanosova et al // Proceedings of Higher Education. - 2009. - № 5,6. - P. 68-71.

Профессор С.Т. Антипов, доцент Д.А. Казарцев,
доцент А.В. Журавлев, аспирант С.А. Виниченко
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств,
тел. (473) 255-38-96

Исследование кинетики сушки плодов черной смородины в вакуум-аппарате с СВЧ-энергоподводом

Представлены результаты проведенных экспериментальных исследований сушки плодов черной смородины в вакуум-аппарате с СВЧ-энергоподводом. Предложен новый способ сушки и установка для его осуществления. Изучено влияние основных факторов на кинетику сушки и температуру нагрева черной смородины.

Results of the conducted pilot researches of drying of fruits of black currant in the vacuum apparatus with microwave energy supply are presented. The new way of drying and installation for its implementation is offered. The influence of major factors on kinetics of drying and temperature of heating of black currant is studied.

Ключевые слова: сушка, черная смородина, исследование, вакуум, тепло- и массообмен, СВЧ-энергоподвод.

Ягоды и фрукты являются наилучшим источником витаминов, минеральных веществ и микроэлементов, которые нормализуют жизнедеятельность организма человека, имеют лечебные свойства и оказывают содействие профилактике заболеваний. Для продолжительной сохранности фруктов и ягод необходима специальная обработка с целью предупреждения их порчи. Одним из видов такой обработки является сушка.

Для точных расчетов процессов и аппаратов для сушки, а также оптимизации и интенсификации процесса не достаточны знания только свойств высушиваемого материала как объекта сушки, необходимо также знать кинетические характеристики и особенности термодинамики [1].

Для проведения экспериментальных исследований в лаборатории интенсивных методов сушки кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» Воронежского государственного университета инженерных технологий нами была изготовлена установка, представленная на рисунке 1, позволяющая проводить процесс вакуум-СВЧ сушки при различных режимах, контролировать и регистрировать необходимые параметры протекания процесса.

Установка состоит из следующих основных узлов: вакуумной камеры 1, внутри которой помещена металлическая сетка 11. На раме 2 размещена система удаления паров 3, вакуумный насос 4, пульт управления насосом 5, блок управления 6. Снаружи вакуумной камеры 1 находится манометр 7, магнетрон 8, вентилятор 9, смотровое окно 10.

Порция исследуемого продукта помещается на металлическую сетку 11. Вакуумная камера 1 герметично закрывается. Вакуумным насосом 4 в ней создается необходимое давление, которое регистрируется манометром 7. Блок управления 6 содержит кнопки включения и регулирования системы СВЧ-энергоподвода. После того как в камере создано необходимое остаточное давление включают магнетрон 8 и вентилятор охлаждения 9. При помощи тумблера на блоке управления 6 задают требуемую мощность электромагнитного излучения. Спуск давления происходит посредством системы удаления паров 3, которая содержит запорный вентиль. Отбор проб осуществляется через определенные промежутки времени в зависимости от графика проведения эксперимента.

Экспериментальная установка снабжена приборами и устройствами для управления и контроля технологических параметров процесса.

На основании литературных данных из множества факторов, влияющих на процесс сушки, для исследования были выбраны следующие: СВЧ-мощность P , высота слоя продукта h , давление в сушильной камере p . От этих параметров зависит не только скорость сушки, но и качество высушиваемого материала.

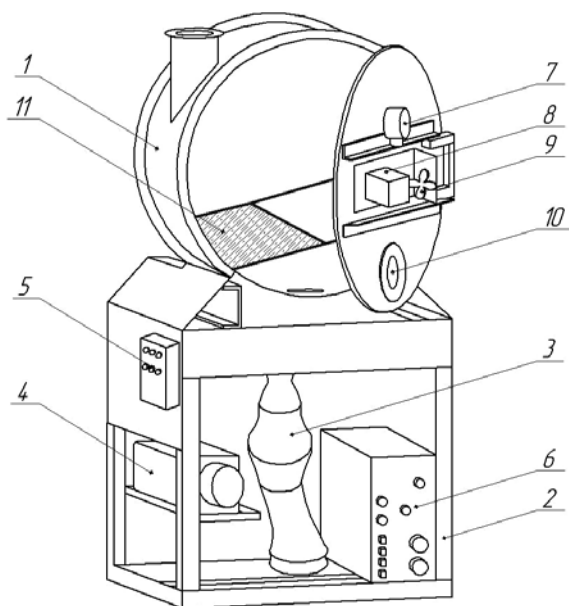


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки:
1 – камера вакуумная; 2 – рама; 3 – система удаления паров; 4 – вакуумный насос; 5 – пульт управления насосом; 6 – блок управления; 7 – манометр; 8 – магнетрон; 9 – вентилятор; 10 – смотровое окно, 11 – сетка металлическая.

Для проведения эксперимента использовался сорт черной смородины «Орловская серенада». Навески продукта массой 0,2 кг помещали в камеру. В камере создавался вакуум от 0,5 кПа до 1 кПа. Энергоподвод осуществлялся при помощи магнетрона. Мощность магнетрона регулировалась при помощи реле, установленного на блоке управления. Отбор проб проводился каждые 5 мин. Температура нагрева продукта регистрировалась при помощи пирометра АКПИ 9303.

Полученные результаты экспериментов в виде кривых сушки и температурных кривых плодов черной смородины представлены на рисунках 2 – 7.

Влияние СВЧ-мощности на кинетику сушки и температуру нагрева черной смородины представлено на рисунке 2 и рисунке 3.

Нагрев влажных материалов в переменном электрическом поле основан на явлении поляризации в диэлектриках. При нагреве диэлектрических материалов в поле сверхвысо-

кой частоты происходит преобразование энергии электромагнитного поля в тепловую за счет диэлектрических потерь, которые зависят от электрофизических свойств, влагосодержания и строения материала.

В отличие от обычных методов сушки, для которых перенос влаги внутри тела происходит под действием градиентов влагосодержания и температуры, при сушке в поле сверхвысокой частоты на перенос влаги основное влияние оказывает напряженность электрического и магнитного полей.

Под действием электрического поля происходит интенсивное выделение тепла и энергия, затраченная на поляризацию влажного тела, генерируется в виде тепла.

Количество выделяемого тепла в единице объема материала ($\text{Вт} / \text{м}^3$) определяется по формуле:

$$Q_V = 5,55 \cdot \varepsilon_\mu \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot \nu \cdot E^2 \cdot 10^{-11}, \quad (1)$$

где E – напряженность внешнего электрического поля, В/м; ε_μ – диэлектрическая постоянная нагреваемого материала; $\operatorname{tg} \delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь; ν – частота электрического поля, Гц.

Испарение влаги, в отличие от конвективной сушки, происходит во всем объеме тела, причем в центре тела больше, чем на поверхности, что вызывает возникновение градиента давления, который сильно влияет на перенос пара внутри тела.

Интенсивность переноса влаги внутри тела при сверхвысокочастотном нагреве характеризуется величиной критерия Померанцева:

$$Po = \frac{Q_V \cdot R_V^2}{\lambda_{вл} \cdot T_M}, \quad (2)$$

где R_V^2 – характерный размер тела, м; $\lambda_{вл}$ – теплопроводность влажного тела, $\text{Вт/м}^\circ\text{C}$; T_M – абсолютная температура влажного тела, К.

Согласно приведенным выше зависимостям 1 и 2 можно сделать вывод, что интенсивность сушки при СВЧ-нагреве напрямую зависит от мощности электромагнитного излучения магнетрона [4].

Влияние подводимой СВЧ-мощности на кинетику сушки и температуру нагрева плодов черной смородины представлено на рисунке 2 и рисунке 3.

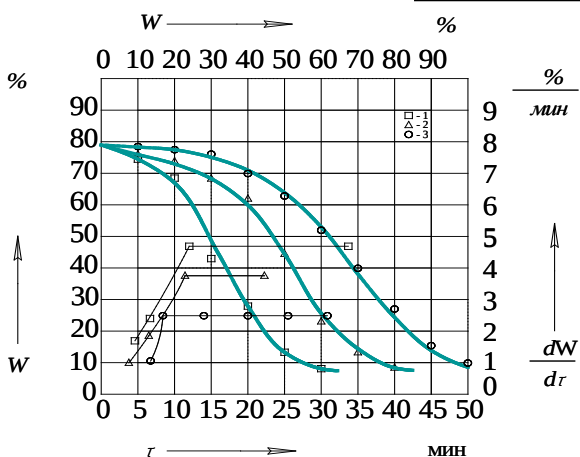


Рисунок 2 - Кривые сушки и скорости сушки плодов черной смородины: 1 - $h=0,015\text{ м}$, $p=0,75\text{ кПа}$, $P=750\text{ Вт}$; 2 - $h=0,015\text{ м}$, $p=0,75\text{ кПа}$, $P=455\text{ Вт}$; 3 - $h=0,015\text{ м}$, $p=0,75\text{ кПа}$, $P=160\text{ Вт}$

Полученные кривые свидетельствуют о том, что подводимая СВЧ-мощность является наиболее существенным фактором, влияющим на скорость сушки плодов черной смородины.

Следует отметить, что подводимая СВЧ-мощность оказывает влияние на соотношения периодов постоянной и убывающей скоростей сушки. С повышением СВЧ-мощности не наблюдается снижение критического влагосодержания [4].

Скорость сушки прямо пропорционально зависит от подводимой СВЧ-мощности.

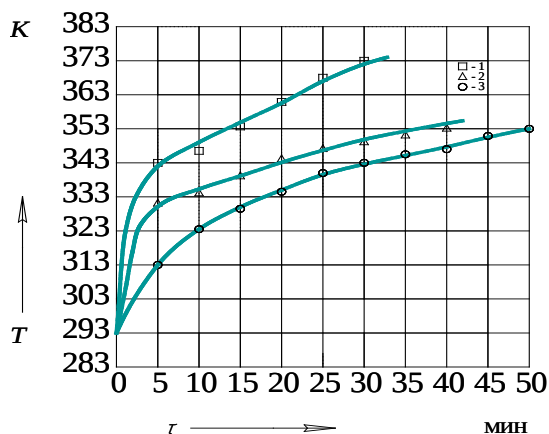


Рисунок 3 - Температурные кривые плодов черной смородины: 1 - $h=0,015\text{ м}$, $p=0,75\text{ кПа}$, $P=750\text{ Вт}$; 2 - $h=0,015\text{ м}$, $p=0,75\text{ кПа}$, $P=455\text{ Вт}$; 3 - $h=0,015\text{ м}$, $p=0,75\text{ кПа}$, $P=160\text{ Вт}$

Заметим, что при воздействии максимальной мощности исследуемый продукт достигает температуры более 373 К, что неизбежно приводит к снижению его качественных показателей. Также чрезмерное возрастание мощ-

ности может привести к возникновению объемного напряженного состояния внутри материала, связанного с неравномерным распределением влагосодержания, образованию трещин и разрушению структуры черной смородины.

Поэтому при выборе оптимальных значений СВЧ-мощности следует ориентироваться на более мягкие режимы работы магнетрона [2].

Влияние высоты слоя плодов черной смородины на кинетику сушки и температуру нагрева в процессе сушки представлено на рисунке 4 и рисунке 5.

Из графиков видно, что высота слоя оказывает существенное влияние на скорость сушки, что подтверждает результаты многих исследователей.

Проведенные экспериментальные исследования процесса обезвоживания плодов черной смородины показали, что с уменьшением высоты слоя скорость сушки в первом периоде возрастает. Это связано с тем, что градиент влагосодержания, препятствующий движению влаги к поверхности, уменьшается [4].

Во втором периоде (падающей скорости) влияние на скорость влагоудаления незначительно, так как по мере высыхания толщина слоя уменьшается и скорость сушки повышается.

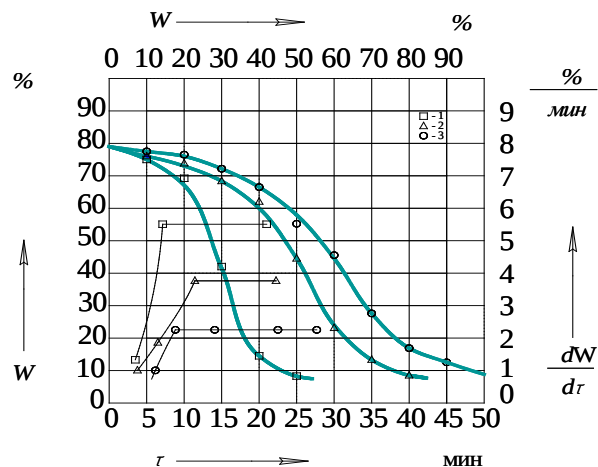


Рисунок 4 - Кривые сушки и скорости сушки плодов черной смородины: 1 - $h = 0,005\text{ м}$, $p = 75\text{ кПа}$, $P = 455\text{ Вт}$; 2 - $h = 0,015\text{ м}$, $p = 75\text{ кПа}$, $P = 455\text{ Вт}$; 3 - $h = 0,025\text{ м}$, $p = 75\text{ кПа}$, $P = 455\text{ Вт}$

Также увеличение высоты слоя продукта в сушильной камере оказывает влияние на производительность сушилki и вызывает повышение энергозатрат на процесс обезвоживания, в свою очередь, уменьшение высоты слоя позволяет существенно интенсифицировать процесс сушки.

Анализ кривых изменения температуры черной смородины при различной высоте слоя (рисунок 5) показал, что данный параметр оказывает влияние на температуру продукта.

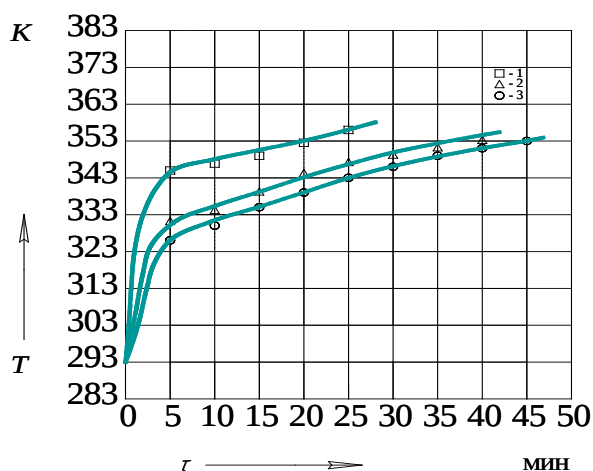


Рисунок 5 - Температурные кривые плодов черной смородины: 1 – $h = 0,005$ м, $p = 75$ кПа, $P = 455$ Вт; 2 – $h = 0,015$ м, $p = 75$ кПа, $P = 455$ Вт; 3 – $h = 0,025$ м, $p = 75$ кПа, $P = 455$ Вт

Период прогрева плодов черной смородины характеризуется резким скачком температуры за считанные минуты. Это обусловлено особенностями воздействия СВЧ-энергии на диэлектрические материалы, коим, в свою очередь, является исследуемый продукт. Дальнейший рост температуры в период постоянной и падающей скорости сушки носит линейный характер.

В одинаковые периоды времени значения температур на графиках разнятся. Это обусловлено различной величиной температурного градиента, обратно пропорционально зависящего от расстояния между изотермическими поверхностями. Соответственно с уменьшением высоты слоя продукта, при прочих равных условиях, расстояние между изотермическими поверхностями уменьшается.

Исходя из вышеизложенного, следует, что при сушке плодов черной смородины высота слоя продукта является важным показателем, который необходимо учитывать при выборе оптимальных параметров процесса.

Влияние величины давления на кинетику сушки и температуру нагрева плодов черной смородины в процессе сушки представлено на рисунке 6 и рисунке 7.

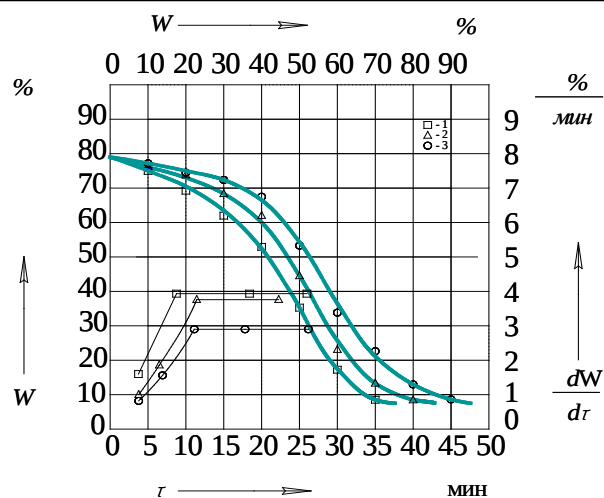


Рисунок 6 - Кривые сушки и скорости сушки плодов черной смородины: 1 – $h = 0,015$ м, $p = 50$ кПа, $P = 455$ Вт; 2 – $h = 0,015$ м, $p = 75$ кПа, $P = 455$ Вт; 3 – $h = 0,015$ м, $p = 100$ кПа, $P = 455$ Вт

Из графиков видно, что величина давления в незначительной степени влияет на изменение скорости влагоудаления по сравнению с другими факторами. Так, например, снижение давления со 100 кПа до 50 кПа приводит к увеличению скорости первого периода с 2,95 %/мин до 3,95 %/мин. Так как создание вакуума сопряжено с повышенными энергозатратами, то снижение давления в камере следует ограничивать небольшими значениями, руководствуясь экономической целесообразностью данного процесса.

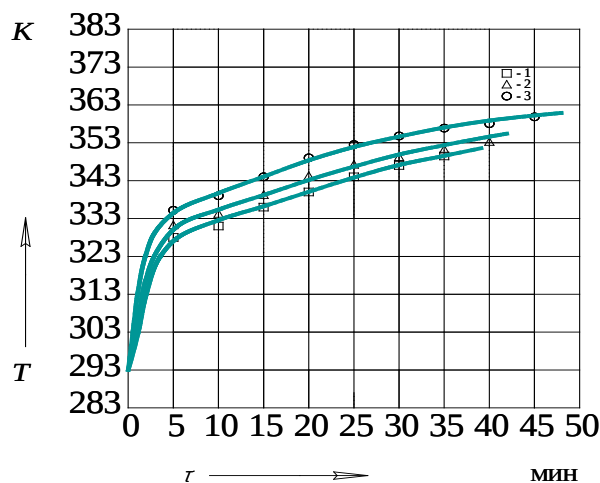


Рисунок 7 - Температурные кривые плодов черной смородины: 1 – $h = 0,015$ м, $p = 50$ кПа, $P = 455$ Вт; 2 – $h = 0,015$ м, $p = 75$ кПа, $P = 455$ Вт; 3 – $h = 0,015$ м, $p = 100$ кПа, $P = 455$ Вт

Из анализа температурных кривых (рисунков 7) следует, что величина давления также незначительно сказывается на температуре высушиваемого материала. Распределение температур происходит по параболическому закону. Вид кривых идентичен. Следует отметить, что при снижении давления в камере температура продукта в процессе сушки снижается незначительно.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования кинетики сушки плодов черной смородины позволили сделать вывод, что сочетание высокочастотного способа подвода теплоты и вакуума является оптимальным решением для интенсивной сушки черной смородины. Такая комбинация позволяет управлять градиентами влагосодержания и температуры, изменяя их направления, что существенно сказывается на качестве получаемого сухого продукта.

Нами исследован диэлектрический нагрев слоя черной смородины с использованием СВЧ-энергии частотой 2450 МГц. Данный метод обеспечивает интенсивный прогрев материала по всему объему. При увеличении внутренней энергии слоя создается положительный температурный перепад в материале, способствующий ускорению продвижения влаги к поверхности в процессе сушки [3].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что для интенсификации процесса сушки черной смородины следует применять неглубокий вакуум с использованием СВЧ-энергии. Этот способ обеспечивает высокое качество готового продукта и значительно увеличивает скорость обезвоживания черной смородины.

ЛИТЕРАТУРА

1 Антипов, С.Т. Исследование процесса сушки яблок в аппарате с конвективным и СВЧ-энергоподводом [Текст] / С.Т. Антипов, Д.А. Казарцев, А.В. Журавлев, А.А. Селин // Вестник ВГТА. – 2009. – № 1. – С. 48-52.

2 Антипов, С.Т. Тепло- и массообмен при сушке семян кориандра в аппарате с СВЧ-энергоподводом [Текст] / С.Т. Антипов, Д.А. Казарцев. – Воронеж: ВГТА, 2007. – 144 с.

3 Антипов, С. Т. Тепло– и массообмен при сушке яблок в аппарате с комбинированным энергоподводом [Текст] / С. Т. Антипов, Д. А. Казарцев, А. В. Журавлев, А.А. Селин. – Воронеж: ВГТА, 2009. – 154 с.

4 Лыков, А. В. Теория сушки [Текст] / А.В. Лыков. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.

REFERENCES

1 Antipov, S.T. Investigation of drying apples in the machine with a convection and microwave energy supply [Text] / S.T. Antipov, D.A. Kazartsev, A.V. Zhuravlev, A.A. Selin // Bulletin of VSTA. - 2009. - № 1. - P. 48-52.

2 Antipov, S.T. Heat and mass transfer during drying of coriander seeds in the device with microwave energy supply [Text] / S.T. Antipov, D.A. Kazartsev. - Voronezh: VSTA, 2007. - 144 p.

3 Antipov, S.T. Heat and mass transfer during drying of apples in the machine with a combined energy supply [Text] / S.T. Antipov, D.A. Kazartsev, A.V. Zhuravlev, A.A. Selin. - Voronezh: VSTA, 2009. - 154 p.

4 Lykov, A.V. Theory of drying [Text] / A.V. Lykov. – M.: Energiya, 1968. - 472 p.

Доцент С.А. Подгорный

(Кубанский гос. технол. ун-т) кафедра автоматизации производственных процессов

Оценка точности аппроксимаций, полученных методом конечных элементов

В работе дается оценка точности аппроксимаций, полученных методом конечных элементов, и показано, что в случае бесконечного числа конечных элементов можно получить абсолютную точность. Найденная зависимость позволяет для заданной точности определить необходимое число конечных элементов.

The paper assesses the accuracy of the approximations obtained by finite element method, and it is shown that in the case of an infinite number of finite elements can be absolute accuracy. The obtained dependence allows determining the required number of finite elements for a specified accuracy.

Ключевые слова: комбинационные составляющие, цепные дроби, ряд Фарея

В настоящее время метод конечных элементов и получил широкое применение для решения разнообразных задач математической физики [1,2]. Одной из важных задач в анализе континуальных систем является преобразование непрерывных функций в набор конечных элементов [3]. Метод конечных элементов позволяет строить удобную схему алгебраических уравнений относительно узловых значений искомой функции. При этом приближенная аппроксимация решения осуществляется на типовом полиномиальном элементе. В данной работе предлагается дополнить используемые полиномиальные элементы ступенчатой функцией Хэвисайда и функциями округления, что позволяет не только упростить и формализовать запись пробной кусочно-непрерывной функции, но и избежать интегрирования при ее использовании для решения континуальных задач методом Галеркина [4]. Специфическим в методе конечных элементов является построение семейства функций, определяемых ограниченным числом параметров. Например, семейство функций $u(x)$ при $X_{\min} \leq x \leq X_{\max}$. Интервал $X_{\min} \dots X_{\max}$ представляет собой одномерную область существования решения задачи, которая разбивается на конечное число частей (элементов), соединяющихся между собой и с концами интервала в узловых точках (узлах) X_i . В пределах каждого элемента задается функция в виде линейного полинома. Она определяется своими значениями $u(X_i)$ в узлах и на концах элемента. Учитывая, что в континуальной задаче функция является непрерывной, ее значения в каждом узле для соседних элементов

должны совпадать. Для этого введем функции округления: $\lfloor x \rfloor$ – функция пола, которая определяется как наибольшее целое, меньшее или равное x , а именно $\lfloor x \rfloor = n \Leftrightarrow x - 1 < n \leq x$; $\lceil x \rceil$ – функция потолка, которая определяется как наименьшее целое, большее или равное x , а именно $\lceil x \rceil = n \Leftrightarrow x < n \leq x + 1$. Используя эти функции округления, введем семейство кусочно-линейных непрерывных функций следующего вида:

$$u(x) = \{\lfloor \Phi(x-a) \rfloor - \lceil \Phi(x-b) \rceil\} \cdot \left[c + (d-c) \cdot \frac{x-a}{b-a} \right], \quad (1)$$

где $\Phi(x)$ – функция Хэвисайда, единичная ступенчатая функция, чье значение равно нулю для отрицательных аргументов, единице для положительных аргументов и $1/2$ в нулевой точке; a, b – интервал окна функции $u(x)$, на котором она отлична от нуля ($a \leq b$); c, d – параметры уравнения прямой на интервале a, b .

Функция $u(x)$ на границах интервала (a, b) обращается в ноль. Используем (1) для описания пробной функции на произвольном интервале, задаваемом полушириной $h = (b-a)/2$ одномерного единичного конечного элемента относительно узла X_i . В этом случае параметры кусочно-линейной непрерывной функции (1) соответственно равны $a = X_i - h$, $b = X_i + h$, $c = 0$, $d = 1$, а функция приобретает вид:

$$\varphi_i(x) = \{\lfloor \Phi[x - (X_i - h)] \rfloor - \lceil \Phi(x - X_i) \rceil\} \cdot \frac{x + h - X_i}{h} + \{\lceil \Phi(x - X_i) \rceil - \lfloor \Phi[x - (X_i + h)] \rfloor\} \cdot \frac{h - x + X_i}{h} \quad (2)$$

Функции $\varphi_i(x)$ изображаются в виде ломаных и определяются конечным числом параметров – своими узловыми значениями, отличными от нуля в пределах небольшого числа элементов вблизи узла X_i . Поскольку

$u(x)$ по своему физическому смыслу должна быть непрерывной функцией, выберем $\varphi_i(x)$ в виде кусочно-линейных функций, отличных от нуля на двух соседних элементах относительно выбранного. Каждая такая функция $\varphi_i(x)$, $i = 0, 1, 2, \dots, n-1$, равна единице в X_i и нулю во всех остальных узлах. При этом набор функций $u(x)$ будет состоять из непрерывных функций, линейных в пределах элементов с изломами в узлах и определяемых своими узловыми значениями u_i . Каждую из таких функций можно изобразить в виде ломаной линии. Метод конечных элементов заменяет задачу отыскания функции на задачу отыскания конечного числа ее приближенных значений в отдельных точках-узлах. При этом, если исходная задача относительно функции состоит из дифференциального уравнения с соответствующими граничными условиями, то задача метода конечных элементов относительно ее значений в узлах представляет собой систему алгебраических уравнений. С уменьшением максимального размера элементов увеличивается число узлов и неизвестных узловых параметров. Вместе с этим повышается возможность более точно удовлетворить уравнениям задачи и тем самым приблизиться к искомой функции. Рассмотрим применение метода для описания одномерного профиля. В этом случае пробная функция, определяемая уравнением (3), представлена линейной комбинацией функций (2) с коэффициентами u_i :

$$u(x) = \sum_{i=0}^{n-1} u_i \cdot \varphi_i(x) \quad (3)$$

где n – число конечных элементов, аппроксимирующих континуальную зависимость на заданном интервале. Пусть на концах интервала $X_{\min} \dots X_{\max}$ функция (3) обращается в нуль, а на рассматриваемом промежутке равна единице. В этом случае приравняем функцию (3) этой величине:

$$\sum_{i=0}^{n-1} u_i \cdot \varphi_i(x) = 1 \quad (4)$$

и, умножая левую и правую часть равенства (4) на $\varphi_j(x)$, где $j = 0, 1, 2, \dots, n-1$:

$$\varphi_j(x) \cdot \sum_{i=0}^{n-1} u_i \cdot \varphi_i(x) = 1 \cdot \varphi_j(x) \quad (5)$$

интегрируем систему уравнений (5) по области существования решения $X_{\min} \dots X_{\max}$, согласно методу Галеркина получаем систему алгебраических уравнений, используемую для определения коэффициентов u_i :

$$\int_{X_{\min}}^{X_{\max}} \left[\varphi_j(x) \cdot \sum_{i=0}^{n-1} u_i \cdot \varphi_i(x) \right] dx = \int_{X_{\min}}^{X_{\max}} \varphi_j(x) dx \quad (6)$$

При этом определенные интегралы имеют простые алгебраические выражения во всех узлах X_i на интервале существования решения:

$$\int_{X_{\min}}^{X_{\max}} \left[\varphi_j(x) \cdot \sum_{i=0}^{n-1} u_i \cdot \varphi_i(x) \right] dx = \begin{cases} 0, & i < j-1 \\ \frac{h}{6}, & i = j-1 \\ \frac{2}{3} \cdot h, & i = j \\ \frac{h}{6}, & i = j+1 \\ 0, & i > j+1 \end{cases} \quad (7)$$

$$\int_{X_{\min}}^{X_{\max}} \varphi_j(x) dx = h \quad (8)$$

где $h = (X_{\max} - X_{\min})/(n+1)$ – полуширина конечного элемента. Используя соотношения (7) и (8) в системе уравнений (6), получаем слева трехдиагональную разреженную матрицу коэффициентов, умноженную на вектор неизвестных $\{u_i\}$, а справа – вектор из элементов h :

$$\begin{vmatrix} \frac{2}{3}h & \frac{h}{6} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{h}{6} & \frac{2}{3}h & \frac{h}{6} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{h}{6} & \frac{2}{3}h & \frac{h}{6} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{h}{6} & \frac{2}{3}h & \frac{h}{6} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{h}{6} & \frac{2}{3}h \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} u_0 \\ u_1 \\ u_2 \\ u_{n-2} \\ u_{n-1} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} h \\ h \\ h \\ h \\ h \end{vmatrix} \quad (9)$$

Умножая левую и правую часть матричного уравнения (9) на $(1/h)$, получаем матричное уравнение, не использующее параметр (h) :

$$\begin{vmatrix} \frac{2}{3} & \frac{1}{6} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{6} & \frac{2}{3} & \frac{1}{6} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{6} & \frac{2}{3} & \frac{1}{6} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{6} & \frac{2}{3} & \frac{1}{6} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{6} & \frac{2}{3} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_{n-1} \\ u_n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{vmatrix} \quad (10)$$

Очевидно, что вектор в правой части представляет собой значения аппроксимируемой функции, следовательно, в общем виде коэффициенты (u_i) определяются следующим матричным уравнением:

$$\begin{vmatrix} \frac{2}{3} & \frac{1}{6} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{6} & \frac{2}{3} & \frac{1}{6} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{6} & \frac{2}{3} & \frac{1}{6} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{6} & \frac{2}{3} & \frac{1}{6} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{6} & \frac{2}{3} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_{n-1} \\ u_n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} U(X_0) \\ U(X_1) \\ U(X_2) \\ U(X_{n-2}) \\ U(X_{n-1}) \end{vmatrix} \quad (11)$$

Здесь матрица (11) является трехдиагональной, и решение может быть получено методом Гаусса, матричным методом (умножением на обратную матрицу) или методом прогонки. Для систем малой размерности метод решения не существен, но с увеличением точности решения необходимо увеличивать число конечных элементов на области суще-

ствования решения, а это приводит к увеличению числа неизвестных в уравнении (11). Если требуется большая точность решения, необходимо использовать метод прогонки, позволяющий решать системы большой размерности без существенных ошибок округления. Рассмотрим применение этого метода в данном случае. Метод прогонки является двух шаговым. Вначале вычисляем вспомогательные величины α_i , зависящие от элементов трехдиагональной матрицы из правой части (11):

$$\alpha_0 = -\frac{1}{4}, \alpha_1 = -\frac{1}{4 + \alpha_0}, \dots, \alpha_{n-1} = -\frac{1}{4 + \alpha_{n-2}} \quad (12)$$

Рекуррентные соотношения (12) фактически представляют собой цепную дробь следующего вида (ряд Фарея):

$$\alpha_k = \frac{1}{4 - \frac{1}{\ddots - \frac{1}{4 - \frac{1}{4}}}} \quad (13)$$

Используя (17) и (18), получаем рекуррентную формулу для расчета элементов вектора (16):

$$\beta_0 = \frac{a_0}{b_0}, \beta_1 = \frac{a_1}{b_1}, \dots, \beta_i = \frac{a_i}{b_i} \quad (19)$$

Определив из (15) и (19) значения вспомогательных векторов, переходим ко второму

Следовательно, (13) может быть представлена рекуррентной формулой, образованной следующей числовой последовательностью:

$$q_i = -\frac{(q_{i-1})^2 - 1}{q_{i-2}}, \quad (14)$$

где $q_0 = 4$; $q_1 = 15$. В этом случае элементы вектора (12) задаются следующими соотношениями:

$$\alpha_0 = -\frac{1}{q_0}, \alpha_1 = -\frac{q_0}{q_1}, \dots, \alpha_i = -\frac{q_{i-1}}{q_i} \quad (15)$$

Следующим этапом первого шага метода прогонки является расчет коэффициентов β_i , которые для уравнения (10) (единичный прямоугольный профиль) определяются следующими соотношениями:

$$\beta_0 = \frac{3}{2}, \beta_1 = \frac{6 - \beta_0}{4 + \alpha_0}, \dots, \beta_i = \frac{6 - \beta_{i-1}}{4 + \alpha_{i-1}} \quad (16)$$

Используя соотношения Эйлера, преобразуем (16) к удобному для вычислений рекуррентному виду, образованному следующими числовыми рядами:

$$a_0 = 3, a_1 = 6, \dots, a_i = \left[\frac{3 - (-1)^i}{2} \right] \cdot a_{i-1} + a_{i-2} \quad (17)$$

$$b_0 = 2, b_1 = 5, \dots, b_i = \left[\frac{3 - (-1)^i}{2} \right] \cdot b_{i-1} + b_{i-2} \quad (18)$$

шагу метода прогонки – расчету весовых коэффициентов u_i по формулам:

$$u_{n-1} = \frac{6 - \beta_{n-2}}{4 + \alpha_{n-2}}, u_{n-2} = \alpha_{n-2} \cdot u_{n-1} + \beta_{n-2}, \dots, u_0 = \alpha_0 \cdot u_1 + \beta_0 \quad (20)$$

Используя значения весовых коэффициентов u_i , для пробной функции (3) получаем

аппроксимацию этой функцией исходного единичного прямоугольного профиля:

$$\Psi(x) = \sum_{k=0}^{n-1} [u_k \cdot \varphi_k(x, n)] \quad (21)$$

где $\varphi_k(x, n)$ определяется следующей формулой:

$$\varphi_k(x, n) = \left[\Phi\left(x - \frac{2 \cdot k + 2}{n + 1} + 1\right) - \Phi\left(x - \frac{2 \cdot k + 4}{n + 1} + 1\right) \right] \cdot \left(k - \frac{n}{2} - \frac{x}{2} - \frac{n \cdot x}{2} + \frac{3}{2}\right) + \left[\Phi\left(x - \frac{2 \cdot k}{n + 1} + 1\right) - \Phi\left(x - \frac{2 \cdot k + 2}{n + 1} + 1\right) \right] \cdot \left(\frac{n}{2} - k + \frac{x}{2} + \frac{n \cdot x}{2} + \frac{1}{2}\right) \quad (22)$$

Интегрирование функции (21) на интервале прямоугольного профиля дает следующую числовую последовательность:

$$f_2 := \frac{4}{5} \quad f_3 := \frac{6}{7} \quad f_4 := \frac{84}{95} \quad f_5 := \frac{47}{52} \quad f_6 := \frac{456}{497} \quad f_7 := \frac{90}{97} \quad f_8 := \frac{248}{265} \quad f_9 := \frac{3411}{3620} \quad f_{10} := \frac{10308}{10879} \quad f_{11} := \frac{1286}{1351} \quad (23)$$

Таким образом, предложенный конечный элемент (22) для аппроксимации непрерывных функций позволяет использовать числовые ряды для оценки точности описания непрерывной функции, не прибегая к численному интегрированию. Рассмотрим данную числовую последовательность (23) в виде графика в осях $\{1/n - 1-f(n)\}$ (рисунок 1).

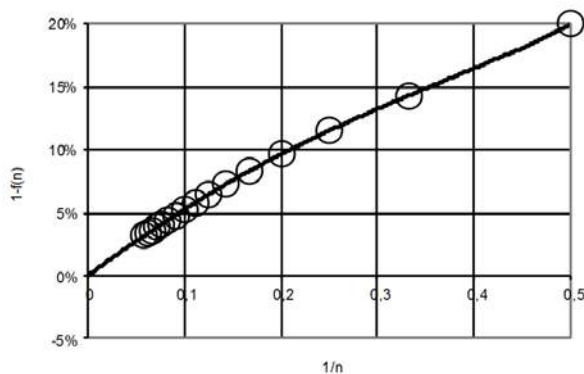


Рисунок 1 – Экстраполяция числового ряда невязок – $\{1-f(n)\}$ от обратного числа конечных элементов – $(1/n)$

Как видно из представленного графика (рисунок 1), уравнение линии тренда ($R=1$) в точке ноль дает невязку, равную нулю, что соответствует числу конечных элементов стремящихся к бесконечности:

$$1-f(n) = 1,2749(1/n)^4 - 0,603(1/n)^3 - 0,347(1/n)^2 + 0,5649(1/n) \quad (24)$$

Следовательно, описание непрерывных функций конечными элементами может дать большую точность, а уравнение (24) является инфимумом для описания одномерных непрерывных функций методом конечных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Подгорный, С.А. Метод конечных элементов в решении задач теплопроводности [Текст] / С.А. Подгорный, З.А. Меретуков, Е.П. Кошевой, В.С. Косачев // Вестник ВГУИТ. – 2013. - №2. - С. 10-15.

2 Kosachev, V.S. Using rounding function in problems of finite-element analysis [Text] / V.S. Kosachev, E.P. Koshevoy, S.A. Podgorny // Studies in mathematical science. - 2012. - V. 4. - №2. - P. 17-24.

3 Gandhi, D. Mixer spur analysis with concurrently swept LO, RF and IF [Text] / D. Gandhi, C. Lyons // Tools and techniques. – 2003. - V. 46. - № 5. - P. 212.

4 Thomee, V. Galerkin finite element methods for parabolic problems [Text] / V. Thomee // Springer series in computational mathematics. - 2006. – P. 370.

REFERENCES

1 Podgorny, S.A. The finite element method in solving problems of heat conduction [Text] / S.A. Podgorny, Z.A. Meretukov, E.P. Koshevoy, V.S. Kosachev // Bulletin of VSUET. - 2013. - № 2. - P. 10-15.

2 Kosachev, V.S. Using rounding function in problems of finite-element analysis [Text] / V.S. Kosachev, E.P. Koshevoy, S.A. Podgorny // Studies in mathematical science. - 2012. - V. 4. - №2. - P. 17-24.

3 Gandhi, D. Mixer spur analysis with concurrently swept LO, RF and IF [Text] / D. Gandhi, C. Lyons // Tools and techniques. – 2003. - V. 46. - № 5. - P. 212.

4 Thomee, V. Galerkin finite element methods for parabolic problems [Text] / V. Thomee // Springer series in computational mathematics. - 2006. – P. 370.

Аспирант Е.С. Нечаева

(Кемер. технол. инс-т пищ. пром.) кафедра машины и аппараты пищевых производств

Роторный распылительный пылеуловитель

Приведены результаты исследований гидравлических сопротивлений, брызгоуноса и эффективности пылеулавливания в роторном распылительном пылеуловителе. Исследовано влияние частоты вращения распылителя, приведенной скорости газа и диаметра распыливающих отверстий на гидравлические сопротивления, величину брызгоуноса и эффективности пылеулавливания в аппарате диаметром 0,25 м. В качестве модельной жидкости использована вода. Представлены результаты математической обработки.

Results of researches of hydraulic resistance, ablation of splashes and efficiency of dedusting in the rotor spray dust collector are given. Influence of frequency of rotation of the spray, the specified speed of gas and diameter of spattering holes on hydraulic resistance, size ablation of splashes and efficiency of a dedusting the device by diameter 0,25 m is investigated. As model liquid water is used. Results of mathematical processing are presented.

Ключевые слова: гидравлическое сопротивление, брызгоунос, эффективность пылеулавливания скорость газа и жидкости, роторный распылительный пылеуловитель, диаметр распыливающих отверстий.

Очистка промышленных газов от пыли пищевых продуктов является актуальной проблемой в ряде отраслей пищевой промышленности и перерабатывающих отраслях АПК [1-5]. Например [1-2], потери сухого молока в сушильных установках типа ВРА-4, RS-1000, предусмотренные техническим паспортом, составляют 4 % от производительности сушилки, но могут достигать и значительно больших величин. Кроме экологической и санитарно-гигиенической эта проблема имеет существенную экономическую значимость – теряются десятки тонн готового продукта, что отражается на рентабельности и размерах прибыли предприятий.

Выбор конструкции пылеуловителя осуществляется с учетом технико-экономических характеристик, физико-химических свойств улавливаемых пылей и их дисперсного состава. В [1-2] отмечается, что более половины массы пыли, образующейся при производстве крахмала, сухого молока, кристаллической глюкозы и др. составляют частицы размером менее 10 мкм. Такие частицы неудовлетворительно улавливаются циклонами [4], которые используют на первой ступени очистки газов, поэтому на второй применяют рукавные фильтры и мокрые пылеуловители.

Рукавные фильтры обеспечивают степень улавливания частиц размером менее 1 мкм не менее 99 % [4]. Однако имеют высокое гидравлическое сопротивление и недостаточную эксплуатационную надежность (вследствие порывов фильтровальной ткани). Кроме

этого осаждаемые на фильтровальной ткани частицы пыли пищевых продуктов подвергаются более длительному термическому воздействию со стороны сушильных газов, что приводит к перегреванию термолабильных составляющих частиц пыли. Вышесказанное ограничивает применение рукавных фильтров на второй ступени очистки сушильных газов.

Мокрый способ пылеочистки рассмотрен в ряде работ, например [1-6] и др. Он имеет свои достоинства и недостатки. Анализ технико-экономических показателей мокрых пылеуловителей позволяет сделать следующие выводы [1-6, 8].

Роторные аппараты с внутренней циркуляцией рабочей жидкости обеспечивают степень очистки газов от частиц пыли размером 1-5 мкм на 95-99 % при незначительных удельных энергозатратах и невысокой плотности орошения.

Наличие ротора несколько снижает эксплуатационную надежность по сравнению, например, с полыми скрубберами, которыми оснащены установки Я9 – ОМП – 1, однако затраты на эксплуатацию и ремонт, обеспечивающие их надежную работу, не выше, чем на очистку и эксплуатацию форсунок в полом скруббере [5].

Как отмечается в [5] оснащение систем очистки газов от пыли пищевых продуктов аппаратами «мокрой» пылеочистки роторного типа с внутренней циркуляцией и самоорошением позволит снизить потери продукта без существенного роста его себестоимости.

Основным направлением в совершенствовании аппаратов мокрой пылеочистки следует считать снижение энергозатрат на их работу при повышении фракционной эффективности.

Нами были исследованы основные рабочие характеристики роторного распылительно-пылеуловителя (РРП) с внутренней циркуляцией и самоорошением рабочей жидкостью [7]. Исследованы эффективность пылеочистки, брызгоунос и гидравлическое сопротивление.

В качестве основных модельных пылей использованы пыли: сухого молока, лактозы, сахара. В целях экономии дорогостоящих пылевидных продуктов на первом этапе использовали угольную пыль марки К – коксующийся, взятую с угольного предприятия ОАО ЦОФ «Березовская» г. Березовский, Кемеровская область. Исходные пыли измельчались на вибрационной мельнице МВ-60 с рабочими органами в виде стержней. После каждого прохода измеряли размер частиц на цифровом микро-

скопе марки Levenhuk D870T, снабженном программным обеспечением для определения площади поверхности частицы.

Гранулометрический состав полученных пылей представлен в таблице 1. Концентрация пылей задавалась, исходя из требований норм ПДК для каждого продукта, и соответствовала 2,5-10 мг/м³. Использовали дробно - факторный эксперимент, а при работе на угольной пыли реализована методика полно-факторного эксперимента, чтобы более полно установить влияние всех комбинаций факторов планирования на процесс пылеулавливания. Для получения пылей использовался: сахар-песок (ГОСТ 21-94), лактоза (IST 173057512-17.2006 стандарт предприятия Литвы), сухое молоко («Молоко цельное сухое, ГОСТ 449 5-87 Технические условия»), которое было привезено с ООО «ЛУАНКОС и К», г. Куйбышев Новосибирская обл. Продукт был непосредственно снят с рукавного фильтра.

Т а б л и ц а 1

Дисперсный состав пылей

Вид пыли	Содержание частиц пыли (в % от их общего количества)							Медианный размер частиц, d_{50} , мкм
	<1 мкм	2 мкм	3 мкм	4 мкм	5 мкм	6 мкм	7 мкм	
угольная	65	13	14	3,5	2	~1	~1,5	1,4
сахарная	70	15	11	3	1	-	-	1,9
лактоза	96,3	3,5	0,2	-	-	-	-	1,3
Сухое молоко	81	7	6	2,7	2	1	1,3	1,9

Методика пылеулавливания принята согласно [4], а именно: пылезаборная трубка, изготовленная по рекомендациям Гинцветмета, соединена с пылесадительным циклоном, установленным в специальном трубопроводе, через который с помощью воздуходувки воздух откачивался из воздуховода со скоростью $U_{\text{ан}} = 1-4$ м/с. В пылесадительном циклоне установлен аналитический аэрозольный фильтр АФА ВП 20-1, каждый из которых подсушивался в эксикаторе в течение суток перед и после эксперимента. Фильтр взвешивался до и после запыления на аналитических весах марки ВЛР – 200 класс точности 2. Каждое измерение повторяли по три раза.

При исследовании брызгоуноса был использован сепарационный метод определения количества унесённой жидкости, то есть с помощью выносного инерционного сепаратора. Этот метод достаточно прост и надёжен и широко применяется в экспериментальных исследованиях и на производстве.

Методика измерения гидравлического сопротивления РРП состояла в измерении разности статического давления на входе и выходе. Статическое давление измерялось через дренажные отверстия в стенках газоходов с помощью микроманометра типа ММН-240.

Эксперименты проводились при варьировании параметров в следующих пределах: диаметр диспергирующих отверстий $d_0 = 1,4-2,5$ мм с одинаковым окружным ($t_{\text{окр}}$) и осевым ($t_{\text{ос}}$) шагом $t_{\text{ос}} = t_{\text{окр}} = 2,5d_0$, отверстия расположены в 6 рядов в шахматном порядке; скорость газа в аппарате $U_{\text{ан}} = 1-4$ м/с; частота вращения распылителя задавалась из условий его устойчивой работы и была равна $n = 800-1000$ об/мин, что обеспечивало скорость истечения жидкости в пределах $U_{\text{ж}} = 3,14-4$ м/с. Эксперименты выполнены на системе воздуховода при температуре 18 ± 2 °С.

При исследовании пылеочистки было установлено, что во всем диапазоне варьирования параметров на всех модельных пылях эффективность составляла не менее 99 %.

Обработка опытных данных позволила полу-

$$\eta = 98,91 + 0,14d_0 + 0,37U_{жс} + 0,059C_n + \\ + 0,27U_{Г} - 0,098d_0U_{жс} + 0,008d_0C_n - \\ - 0,04d_0U_{Г} - 0,02U_{жс}C_n - 0,0965U_{жс}U_{Г} - \\ - 0,007C_nU_{Г};$$

чить уравнение для расчета эффективности:

$$R^2 = 0,94 \quad (1)$$

где R^2 - коэффициент корреляции.

Физико-химические характеристики рабочей жидкости (таблица 2) (плотность, $\rho_{ж}$, кг/м³; вязкость, $\mu_{ж} \cdot 10^3$, Па*с; поверхностное натяжение жидкость, $\sigma_{ж} \cdot 10^3$, Н/м) замерены при работе РРП и составили:

Т а б л и ц а 2

Физико-химические свойства
рабочей жидкости

Вид пыли	$\rho_{ж}$ кг/м ³	$\mu_{ж} \cdot 10^3$ Па*с	$\sigma_{ж} \cdot 10^3$ Н/м
Уголь	1008	1,34	68,53
Сухое молоко	886	57,1	44,75
Лактоза	887	50,4	40,61
Сахар	1039	16,2	28,1

Результаты исследования брызгоуноса представлены на графиках (рисунки 1-2).

Обобщенная формула для расчета брызгоуноса в исследованном диапазоне изменений параметров имеет вид:

$$e = 0,2451 \cdot 10^{-6} \cdot d_0^{2,07} \cdot U_{жс}^{1,60} \cdot U_{Г}^{0,24}; \\ R^2 = 0,942124, \text{ кг/кг} \quad (2)$$

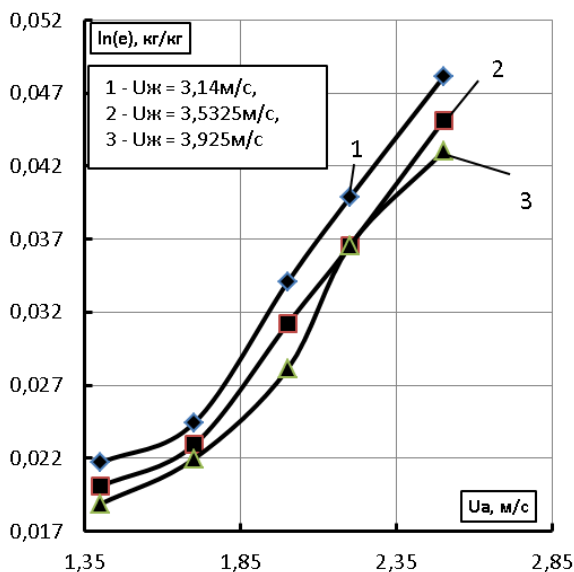


Рисунок 1 - Зависимость брызгоуноса от скорости газа в аппарате при $d_0 = 2,0$ мм.

Из графиков, представленных на рисунках 1 и 2, можно сделать вывод, что с увеличением частоты вращения ротора, то есть увеличением скорости капле факела распыленной жидкости, ударное взаимодействие этих капель с пленкой жидкости на пристенном каплеотбойнике происходит более интенсивно и количество мелкодисперсных капель, полученных при этом взаимодействии, увеличивается. Эти капли больше подвержены брызгоуносу. Увеличение скорости газовой фазы в аппарате увеличивает брызгоунос. Как следует из (2), d_0 оказывает наибольшее влияние на брызгоунос, что связано с увеличением производительности распылителя.

Во всем исследованном диапазоне относительный брызгоунос (кг жидкости на 1 кг газа) не превышает 0,05, что допустимо [6].

Полученные экспериментальные данные обрабатывались в программе Microsoft Office Excel 2007. Из данных, представленных на рисунке 3, следует, что вращающийся распылитель в неорошаемом (сухом) аппарате создает определенное гидравлическое сопротивление проходу воздуха. Причем с увеличением частоты вращения сопротивление снижается. Данное явление можно объяснить вентиляционным эффектом, создаваемым вращающимся распылителем и крыльчаткой. При скорости воздуха в РРП 3,5 м/с потери напора возрастают на 10-15 % за счет вращения распылителя с частотой $n = 900-1000$ об/мин.

В целом гидравлическое сопротивление неорошаемого РРП при $n = 900$ и 1000 об/мин остается невысоким.

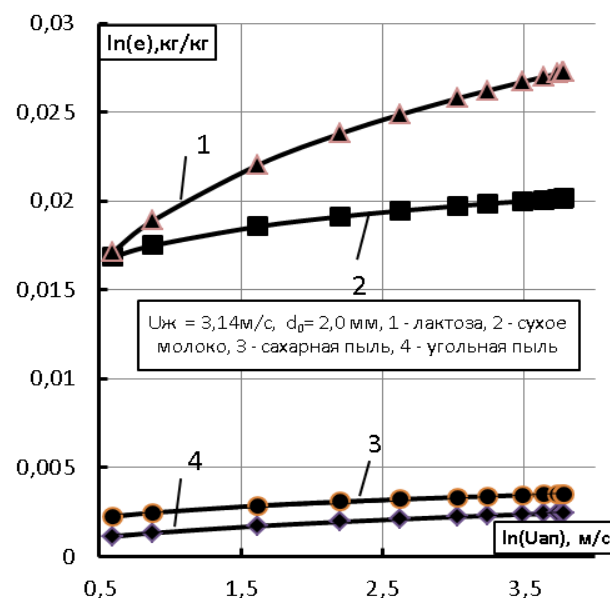


Рисунок 2 - Зависимость брызгоуноса от скорости газа в аппарате.

Сопоставляя данные на рисунках 3 и 4, можно сделать выводы, что ΔP_{ϕ} в РРП достаточно велико и в несколько раз превышает $\Delta P_{\text{сух}}$. Как следует из данных на рисунке 4, с увеличением частоты вращения распылителя ΔP_0 несколько снижается. На наш взгляд, это можно объяснить вентиляционным эффектом, создаваемым вращающимся распылителем и факелом жидкости.

Математическая обработка данных, представленных на рисунке 3, позволила получить уравнение.

$$\Delta P_{op} = 486,5537 + 103,2143 \cdot U_{an} - 31,8471 U_{ж} + 0 \cdot d_0, \text{ Па}$$

$$R^2 = 0,9995. \quad (3)$$

где R^2 – коэффициент корреляции.

Из анализа уравнения (3) следует, что влиянием d_0 на ΔP_{op} можно пренебречь. Учитывая, что $\Delta P_{\text{сух}} \ll \Delta P_{op}$, уравнение (3) можно рекомендовать для расчетной практики.

Как показывают данные на рисунке 4, в диапазоне $U_{an} = 1,0 \dots 4,0$ м/с гидравлическое сопротивление исследуемого РРП меняется в пределах 460–790 Па.

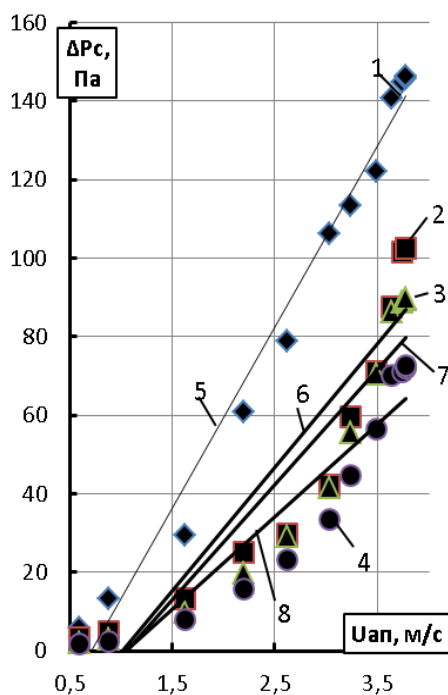


Рисунок 3 - Зависимость гидравлического сопротивления сухого аппарата от скорости газа
Экспериментальные данные: 1 - $n = 800$ об/мин, 2 $n = 900$ об/мин, 3 $n = 1000$ об/мин; 4 $n = 0$ об/мин.
Результат математической обработки:
5 $U_{ж} = 3,14$ м/с; 6 - $U_{ж} = 3,5325$ м/с; 7 - $U_{ж} = 3,925$ м/с; 8 - $n = 0$ об/мин.

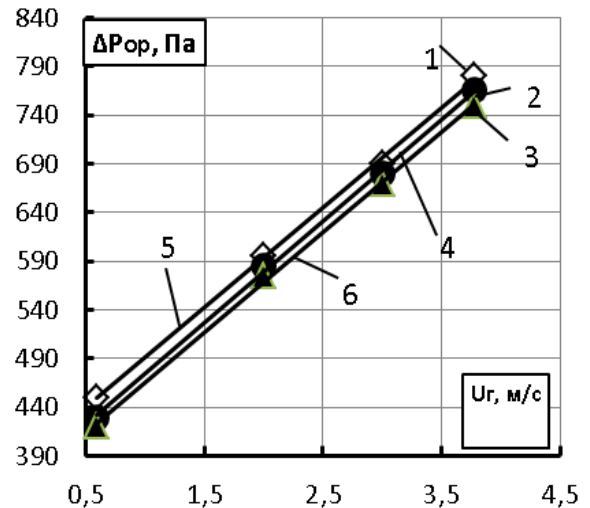


Рисунок 4 - Зависимость гидравлического сопротивления орошаемого аппарата от скорости воздуха ($d_0 = 2 \cdot 10^{-3}$ м)

Экспериментальные данные: 1 $n = 1000$ об/мин, 2 $n = 900$ об/мин, 3 $n = 800$ об/мин. Результат математической обработки: 4 - $U_{ж} = 3,925$ м/с; 5 - $U_{ж} = 3,5325$ м/с; 6 $U_{ж} = 3,14$ м/с.

В работе [3] приведены технико-экономические характеристики мокрых пылеуловителей различных конструкций. Наиболее близким по конструктивному решению является роторный распылительный газопромыватель (РРГ), который имеет лучшие характеристики. Сопротивление РРГ в диапазоне скоростей газа $U_{an} = 1,5 \dots 3,1$ м/с составляет $\Delta P_{op} = 150 \dots 730$ Па. РРП при $U_{an} = 2,5 \dots 3,8$ м/с имеет практически одинаковое с РРГ ΔP_{op} .

Сумма расходов на работу аппарата складывается из затрат на электроэнергию, на работу системы «мокрой» очистки, стоимости орошающей жидкости, затрат на амортизацию, текущий ремонт и из затрат на утилизацию шлама. При многократном использовании орошающей жидкости весомые затраты приходятся на энергозатраты при работе пылеуловителя.

Расчет удельных энергозатрат K_{y0} (МДж/1000 м³ газа) на работу аппарата «мокрой» пылеочистки определяется по формуле:

$$K_{y0} = P_A + P_{ж} \cdot \frac{v_{ж}}{M_{г}} + \frac{N_M}{v_{г}}, \quad (4)$$

где P_A – гидравлическое сопротивление аппарата (Па); $P_{ж}$ – давление распыливаемой жидкости (Па); $\frac{v_{ж}}{v_{г}}$ – объемный расход соответственно жидкости и газа (м³/с); N_M – мощность

вращающегося механизма, расходуемая на контактирование газа с жидкостью (W_t); M_g – масса газа (кг).

Поэтому внедрение на пищевые предприятия аппарата «мокрой» пылеочистки роторного типа позволит снизить потери готовой продукции без роста её себестоимости.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что основным направлением в совершен-

ствовании аппаратов «мокрой» очистки следует считать снижение энергозатрат на их работу при повышении фракционной эффективности.

В таблице 3 представлена сравнительная характеристика аппаратов «мокрого» способа очистки, которые используются в пищевой промышленности [1-5], данные по РРП получены автором.

Т а б л и ц а 3

Аппараты мокрого типа очистки

Показатель	Тип аппарата									
	СДК	СИОТ	ЦВП	Вентури	ГДП-М	ГРБ	Я9-ОМП-1	РРГ	РРГ-1	РРП
Диаметр, м	1,2-2,4	1,3-5,4	0,3-1,0	0,15-1,9	1,0-1,5	0,6-1,5	~2,5	0,25-1,6	0,25-1,6	0,25-1,6
Скорость газа, м/с	4-7,5	14-20	4,5-7,1	50	10-12	1-4	1,4	1,5-3,1	1,95-3,25	1,0 - 4
Плотность орошения, $m^3/(m^2 \cdot \text{ч})$	25-35	0,06-17,2	0,6-20	0,7-111	0,02-4,8	(0,6-6) $\cdot 10^{-3}$	0,94-1,04	(0,4-120) $\cdot 10^{-5}$	(0,4-1) $\cdot 10^{-5}$	(0,04 - 0,5) $\cdot 10^{-3}$
Гидравлическое сопротивление, кПА	1,2-3,5	1,1-2,0	0,36-0,9	2,3	1,8	0,55-0,8	0,62-0,74	0,15-0,7	0,08-0,6	0,46-0,79
Эффективность очистки, %	96-99,6	99,9	90-95	99	99	98-99	95-96	99,9	99,9	99,9
Диаметр улавливаемых частиц, мкм	2	5	5-10	1,0	5	7-8	нет данных	1,4	1,2	1,3-1,9
Удельные энергозатраты, МДж/1000м ³ газа	7,2	1,5-24	0,6-6,3	2,8-69,8	1,2-8,8	0,8-2,3	0,64-0,81	0,34-1,26	0,16-0,8	0,55-0,8

ЛИТЕРАТУРА

1 Варваров, В.В. Очистка теплоносителя при сушке пищевых продуктов [Текст] / В.В. Варваров, Г.Б. Дворецкий, К.К. Полянский. – Воронеж: Издательство ВГУ, 1987. – 192 с.

2 Варваров, В.В. Проблема улавливания пылевидных фракций сыпучих пищевых продуктов [Текст] / В.В. Варваров // Известия вузов. Пищевая технология. - 1988. - № 4 - С. 27-35.

3 Сорокопуд, А.Ф. Совершенствование мокрого пылеулавливания в технологии сыпучих пищевых продуктов [Текст] / А.Ф. Сорокопуд, М.И. Даниленко // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. - 1997. - №4. – С. 3.

4 Штокман, Е.А. Очистка воздуха от пыли на предприятиях пищевой промышленности [Текст] / Е.А. Штокман. - М.: Агропромиздат, 1987. – 107 с.

5 Сорокопуд, А.Ф. Техно-экономические предпосылки выбора рационального пылеуловителя [Текст] / А.Ф. Сорокопуд, М.И. Даниленко, С.А. Максимов // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. - 2002. - № 10. – С. 62-64.

6 Сугак, Е.В. Очистка газовых выбросов в аппаратах с интенсивными гидродинамическими режимами [Текст] / Е.В. Сугак. – Казань: РИЦ «Школа», 1999. – 224 с.

7 Пат. 229610 Российская Федерация, МПК В 01 D 47/16 Роторный пылеотделитель [Текст] / А.Ф. Сорокопуд. - Заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». – № 95109057/25; заявл. 02.06.1995; опубл. 27.04.1998.

8 Ужов, В.Н. Очистка газов мокрыми фильтрами [Текст] / В.Н. Ужов. – М.: Химия, 1972. – 278 с.

REFERENCES

- 1 Varvarov, V.V. Coolant treatment for drying foodstuffs [Text] / V.V. Varvarov, G.B. Dvoretzky, K.K. Polyansky. - Voronezh: VSU Publisher, 1987. - 192 p.
- 2 Varvarov, V.V. The problem of dust collecting fractions of bulk foods [Text] / V.V. Varvarov // Proceedings of the universities. Food technology. - 1988. - № 4 - P. 27-35.
- 3 Sorokopud, A.F. Improving wet dedusting technology bulk foods [Text] / A.F. Sorokopud, M.I. Danilenko // Storage and processing of agricultural raw materials. - 1997. - № 4. - P. 3.
- 4 Shtockman, E.A. Dust extraction in the food industry [Text] / E.A. Shtockman. - M. Agropromizdat, 1987. - 107 p.
- 5 Sorokopud, A.F/ Techno-economic background of choosing the rational scrubber [Text] / A.F. Sorokopud, M.I. Danilenko, S.A. Maksimov // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2002. - № 10. - P. 62-64.
- 6 Sugak, E.V. Purification of gas emission in devices with intense hydrodynamic cal regimes [Text] / E.V. Sugak. - Kazan: RIP "Shkola", 1999. - 224 p.
- 7 Pat. 229610 Russian Federation, IPC 01 D 47/16 Rotary dust separator [Text] / A.F. Sorokopud. - The applicant and patentee HPE «Kemerovo Technological Institute of Food Industry". - № 95109057/25; appl. 02.06.1995, publ. 27.04.1998.
- 8 Uzhov, V.N. Wet gas cleaning filters [Text] / V.N. Uzhov. - M.: Khimiya, 1972. - 278 p.

Профессор А.А. Шевцов, аспирант А.А. Коротаева,
студент С.А. Дятлова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарных, макаронных,
кондитерских и зерноперерабатывающих производств, тел. (473) 255-38-51

начальник ЦКП «Индустрия наносистем» А.А. Дерканосова
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) ЦКП «Индустрия наносистем», тел. (473) 255-37-16

Кинетические закономерности и оптимизация процесса сушки жома красного клевера

Исследования кинетики процесса сушки проводились с жомом красного клевера на экспериментальной сушильной установке перегретым паром при атмосферном давлении в активных гидродинамических режимах. Были получены рациональные интервалы изменения параметров. Решена задача оптимизации, которая позволила выделить оптимальную область изменения входных факторов по трем критериям посредством компромиссных решений.

The kinetics of the drying process conducted with bagasse red clover on an experimental dryer superheated steam at atmospheric pressure in the active hydrodynamic regimes were studying. The rational intervals of parameter changes were obtained. The problem of optimization, which allowed allocating the optimum range of variation of the input factors according to three criteria through compromise was solved.

Ключевые слова: кинетика процесса сушки, оптимизация процесса сушки, травяной жом, красный клевер.

Разработка рецептур полнорационных комбикормов базируется на широком использовании добавок и премиксов лечебно-профилактического назначения и требует представления о потребностях различных видов и возрастных групп сельскохозяйственных животных, птицы и рыб в основных элементах питания [4]. Перспективным сырьем для производства протеиновых концентратов, витаминов и других недорогих биологически активных веществ является листостебельная масса трав (биомасса) и, прежде всего, красный клевер, люцерна, топинамбур, амарант.

Данные научно-исследовательских учреждений и передовой опыт свидетельствуют о том, что, несмотря на заметный рост объема многолетних бобовых трав в структуре кормовых культур, большие потенциальные возможности их не реализуются применяемыми технологиями в кормопроизводстве [3]. Для реализации преимуществ бобовых культур требуется разработка принципиально новых технологий.

В Воронежском государственном университете инженерных технологий на кафедре технологии хлебопекарных, макаронных, кондитерских и зерноперерабатывающих производств ведётся научно исследовательская работа в направлении расширения сырьевой базы

рецептурного состава комбикормов. Задачей исследований является разработка способа получения высококачественных готовых продуктов, а именно сухого жома и порошкообразного протеинового концентрата, снижение энергозатрат и повышение экологической безопасности при реализации данного способа.

Нами установлено, что применение в рационах животных сухого травяного жома благоприятно влияет на рост и развитие сельскохозяйственных животных, нормализует пищеварение, обеспечивает организм животных витаминами, аминокислотами, макро- микро-элементами [5]. Особенно важно его применение в зимний период. Наиболее эффективным способом подготовки жома красного клевера к хранению является сушка [2].

Травяной жом является капиллярно-пористым коллоидным телом и представляет собой сложную систему по своей структуре, содержащей высокое количество влаги ($W_n^c = 200-400\%$ в пересчете на сухое вещество).

Исследования кинетики процесса сушки проводились с жомом красного клевера на экспериментальной сушильной установке перегретым паром при атмосферном давлении в активных гидродинамических режимах: при различных температурах перегретого пара $T_n = 393-423\text{ K}$, при различных скоростях перегретого пара $1-3\text{ м/с}$, при различных удельных нагрузках $2,5-15\text{ кг/м}^2$.

Экспериментальные данные по кинетическим закономерностям представлены на рисунках 1-5.

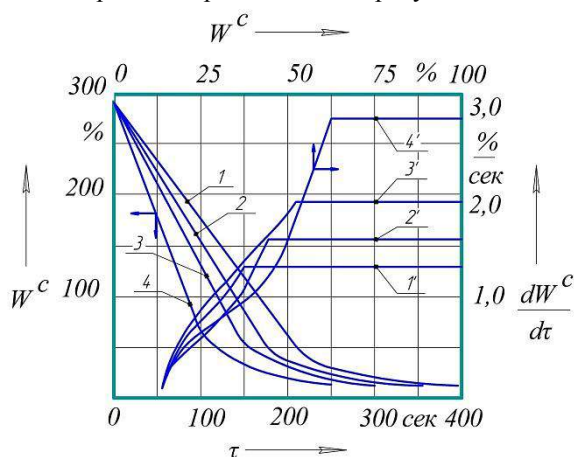


Рисунок 1 – Кривые сушки $W^c = f(\tau)$ (1-4) и скорости сушки $dW^c/d\tau = f(W^c)$ (1'-4') жомы клевера при различных температурах перегретого пара, К: 1-393; 2-403; 3-413; 4-423; $q=5$ мг/м²; $v_n=2$ м/с

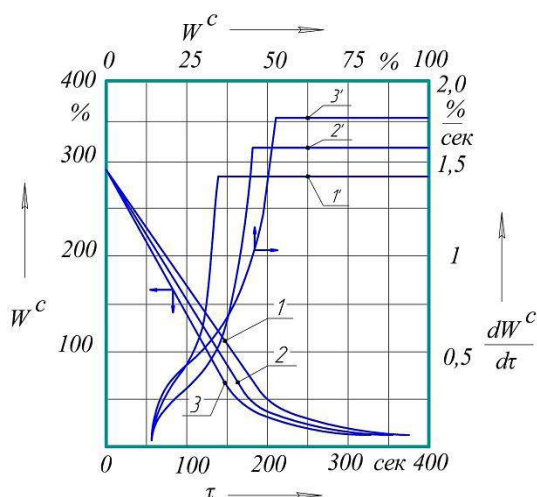


Рисунок 2 – Кривые сушки $W^c = f(\tau)$ (1-3) и скорости сушки $dW^c/d\tau = f(W^c)$ (1'-3') жомы клевера при различных скоростях перегретого пара, м/с: 1-1; 2-2; 3-3; $q=5$ мг/м²; $T_n=403$ К

Кривые сушки и кривые скорости свидетельствуют о том, что процесс сушки протекает в первом и втором периодах.

Увеличение температуры перегретого пара T_n на входе в сушильную камеру с 393 К до 423 К приводит к возрастанию скорости сушки жомы красного клевера в первом периоде на 50 %, а увеличение скорости перегретого пара в 3 раза (от 1 до 3 м/с) способствует возрастанию скорости сушки лишь на 20 % (рисунки 1, 2). Аналогично температура и скорость перегретого пара оказывают влияние на общую продолжительность процесса сушки, которая составляет 400 с.

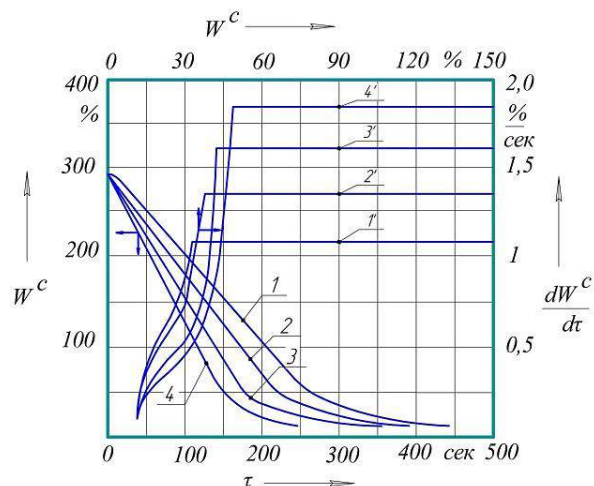


Рисунок 3 – Кривые сушки $W^c = f(\tau)$ (1-4) и скорости сушки $dW^c/d\tau = f(W^c)$ (1'-4') жомы клевера при различных удельных нагрузках, кг/м²: 1-15; 2-10; 3-5; 4-2,5; $T_n=403$ К; $v_n=2$ м/с

Значительное влияние на скорость и продолжительность процесса сушки жомы оказывает удельная нагрузка жомы на газораспределительную решетку. Так уменьшение удельной нагрузки от 15 до 2,5 кг/м² способствует увеличению скорости сушки в первом периоде на 40 %, а общая продолжительность сушки при этом уменьшается на 43 %. Это объясняется увеличением коэффициента теплообмена вследствие активизации аэродинамического режима обтекания частиц жомы теплоносителем и количеством подводимого к ним тепла.

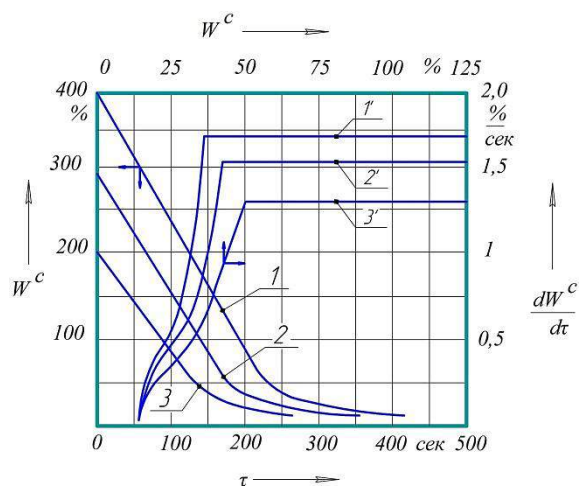


Рисунок 4 – Кривые сушки $W^c = f(\tau)$ (1-3) и скорости сушки $dW^c/d\tau = f(W^c)$ (1'-3') жомы клевера при различной начальной влажности жомы, %: 1-400; 2-293,7; 3-200; $q=5$ мг/м²; $T_n=403$ К; $v_n=2$ м/с

Начальная влажность жомы красного клевера может изменяться в определенных пределах в зависимости от степени механического отжима. Из кривых сушки (рисунок 4) следует, что при постоянных режимных пара-

метрах процесса сушки снижение начальной влажности жома красного клевера от 400 до 200 % сокращает продолжительность сушки на 38 %. Снижение скорости сушки объясняется уменьшением коэффициента теплообмена и увеличением поверхности испарения в материале при одинаковых удельных нагрузках жома на газораспределительную решетку.

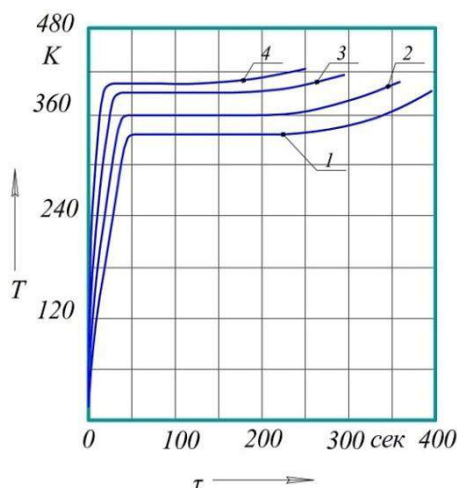


Рисунок 5 – Кривые нагрева $T_n = f(\tau)$ жома красного клевера при различных температурах перегретого пара, К: 1-393; 2-403; 3-413; 4-423; $q=5$ мг/м²; $v_n=2$ м/с

Характер изменения температуры частиц жома красного клевера, наблюдаемый на кривых нагрева (рисунок 5), соответствует периодам постоянной и убывающей скорости сушки. Материал прогревается до постоянной температуры очень быстро. Это обусловлено тем, что сушка осуществляется в активных гидродинамических режимах, малым характерным размером частиц объекта сушки, а также высокими коэффициентами теплообмена за счет использования в качестве сушильного агента перегретого пара.

Для исследования взаимодействия различных факторов, влияющих на процесс сушки жома красного клевера перегретым паром в кипящем слое, были применены математические методы планирования эксперимента [4]. Мате-

матическая модель изучаемого процесса представляется в виде полинома второй степени:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i X_i + \sum_{i=1}^n b_{ii} X_i^2 + \sum_{i < j}^n b_{ij} X_i X_j, \quad (1)$$

где b_0 – свободный член уравнения, равный средней величине отклика при условии, что рассматриваемые факторы находятся на средних, "нулевых" уровнях; X – масштабированные значения факторов, которые определяют функцию отклика и поддаются варьированию; b_{ij} – коэффициенты двухфакторных взаимодействий, показывающие, насколько изменяется степень влияния одного фактора при изменении величины другого; b_{ii} – коэффициенты квадратичных эффектов, определяющие нелинейность выходного параметра от рассматриваемых факторов; i, j – индексы факторов; n – число факторов в матрице планирования.

В качестве основных факторов, влияющих на процесс сушки жома красного клевера, были выбраны:

X_1 – температура перегретого пара на входе в камеру, К;

X_2 – скорость перегретого пара, м/с;

X_3 – удельная нагрузка на решетку, кг/м²;

X_4 – начальная влажность материала, %.

Все эти факторы совместимы и не коррелируемы между собой. Пределы изменения исследуемых факторов приведены в таблице 1.

Выбор интервалов изменения факторов обусловлен технологическими условиями процесса сушки жома красного клевера в кипящем слое, возможностью уноса частиц материала из сушильной камеры, а также технико-экономическими показателями процесса. Критериями оценки влияния различных факторов на процесс сушки жома красного клевера были выбраны:

Y_1 – удельные энергозатраты процесса сушки, отнесенные на 1 кг испаренной влаги, кВт·ч/кг;

Y_2 – влагонапряжение сушильной камеры, кг/(м³·с).

Таблица 1

Пределы изменения входных факторов

Условия планирования	Кодированное значение	Значения факторов в точках плана			
		X_1	X_2	X_3	X_4
		T_n , К	v_n , м/с	q , кг/м ²	W_n^c , %
Основной уровень	0	413	2	10	300
Интервал варьирования	Δ	10	0,5	2,5	50
Верхний уровень	+1	423	2,5	12,5	350
Нижний уровень	-1	403	1,5	7,5	250
Верхняя «звездная» точка	+2	433	3	15	400
Нижняя «звездная» точка	-2	393	1	5	200

Выбор критериев оценки Y обусловлен их наибольшей значимостью для процесса сушки жома красного клевера. Так Y_1 – удельные энергозатраты на процесс сушки определяют энергоёмкость процесса, и являются важным показателем в оценке его энергетической эффективности;

$$Y_1 = 1,352 + 0,063X_1 + 0,017X_2 + 0,132X_3 + 0,040X_4 + 0,03X_1X_2 - 0,059X_1X_3 - 0,043X_2X_3 - 0,038X_1^2 - 0,054X_2^2 - 0,042X_3^2 - 0,039X_4^2; \quad (2)$$

$$Y_2 = 0,1039 + 0,0107X_1 + 0,0077X_2 - 0,0011X_3 + 0,0096X_4 + 0,0049X_1X_4 + 0,0025X_2X_3 + 0,0039X_2X_4 - 0,0050X_1^2 - 0,0028X_4^2; \quad (3)$$

Анализ уравнений регрессии (2) и (3) позволяет выделить факторы, наиболее сильно влияющие на рассматриваемый процесс. На критерии оценки наибольшее влияние оказывает температура перегретого пара на входе в сушильную камеру, наименьшее – скорость перегретого пара. Причем знак плюс перед коэффициентом при линейных членах указывает на то, что при увеличении входного параметра значение выходного параметра увеличивается.

Степень влияния параметров относительно друг друга в уравнении (2): $b_1:b_2 = 3,71$; $b_1:b_3 = 0,48$; $b_1:b_4 = 1,58$; $b_2:b_3 = 0,13$; $b_3:b_4 = 3,3$; $b_2:b_4 = 0,42$.

Степень влияния параметров относительно друг друга в уравнении (3): $b_1:b_2 = 0,72$; $b_1:b_3 = 9,7$; $b_1:b_4 = 1,12$; $b_2:b_3 = 7$; $b_3:b_4 = 0,12$; $b_2:b_4 = 0,89$.

Полученные уравнения (2) и (3) нелинейны.

В результате выполнения тридцати двух опытов получена информация о влиянии факторов и построена математическая модель процесса, позволяющая рассчитать удельные энергозатраты и влагонапряжение объема сушильной камеры внутри выбранных интервалов варьирования входных факторов.

Задача оптимизации сформулирована следующим образом: найти такие режимы работы сушилки, которые бы в широком диапазоне изменения входных параметров процесса сушки доставляли минимум удельных энергозатрат и максимум влагонапряжения сушильной камеры. Общая математическая постановка задачи оптимизации представлена в виде следующей модели:

$$\begin{aligned} q &= q(Y_1, Y_2) \xrightarrow{x \in D} \text{opt}; \\ D: Y_1(X_1, X_2, X_3, X_4) &\xrightarrow{x \in D} \min; \quad (4) \\ Y_2(X_1, X_2, X_3, X_4) &\xrightarrow{x \in D} \max; \end{aligned}$$

Y_2 – влагонапряжение сушильной камеры определяет производительность процесса сушки и напрямую связана с его скоростью. Для исследования было применено центральное композиционное униформ ротатбельное планирование и был выбран полный факторный эксперимент 2^4 .

$$Y_i \geq 0, i = \overline{1,2}; X_j \in [-2;2], j = \overline{1,4}.$$

На рисунках 6-8 показаны кривые равных значений выходных параметров, которые несут смысл номограмм и представляют практический интерес.

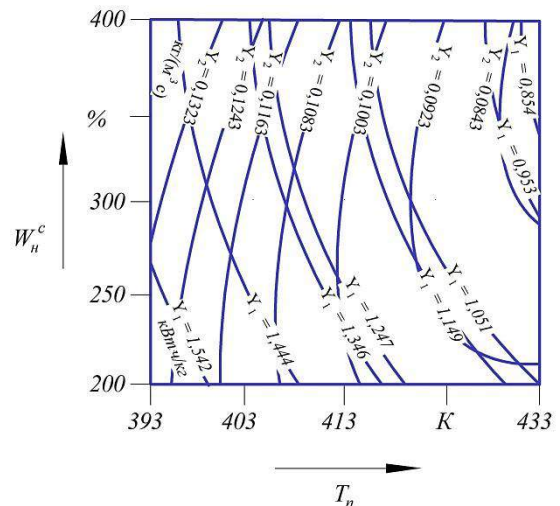


Рисунок 6 – Номограмма для определения удельных энергозатрат (Y_1) и влагонапряжения сушильной камеры (Y_2): $q = 10 \text{ кДж/м}^2$; $v_n = 2 \text{ м/с}$

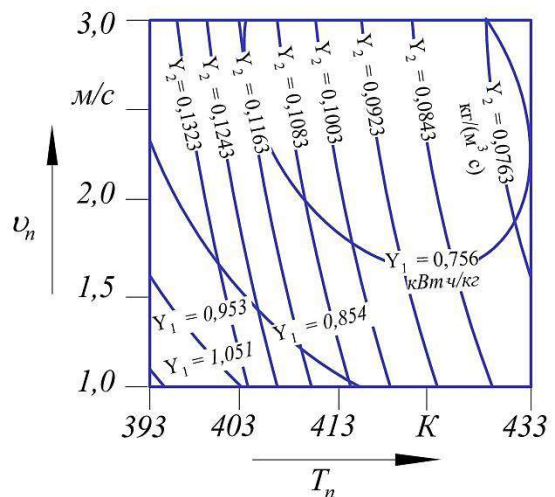


Рисунок 7 – Номограмма для определения удельных энергозатрат (Y_1) и влагонапряжения сушильной камеры (Y_2): $q = 10 \text{ кг/м}^2$; $W_n^c = 300 \%$

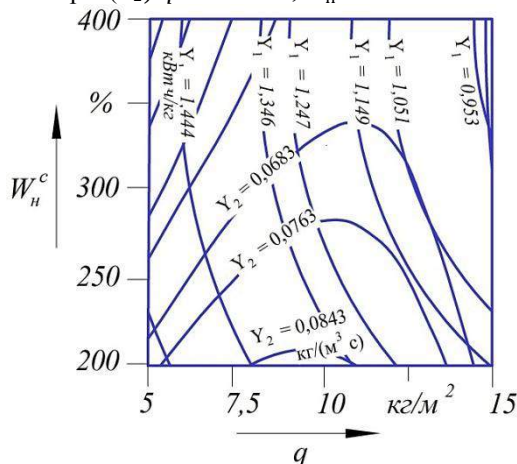


Рисунок 8 – Номограмма для определения удельных энергозатрат (Y_1) и влагонапряжения сушильной камеры (Y_2): $T_n = 413 \text{ К}$; $v_n = 2 \text{ м/с}$

В таблице 2 сведены выбранные оптимальные интервалы изменения параметров X_i для всех исследуемых выходных факторов.

Для всех входных факторов X_i отличия по критериям оптимизации существенны, и для принятия окончательного решения были построены множества Парето.

Для получения одного конкретного решения из множества Парето пользуются сведением задачи векторной оптимизации к скалярной оптимизации путем выделения одного критерия (главного) и переводом остальных в разряд ограничений или построения глобального критерия в виде свертки целевых критериев.

В настоящей работе использовался весовой метод [1].

Таблица 2

Оптимальные интервалы параметров

Y_i	$X_1, \text{ К}$		$X_2, \text{ м/с}$		$X_3, \text{ кг/м}^2$		$X_4, \%$	
	$\min$	$\max$	$\min$	$\max$	$\min$	$\max$	$\min$	$\max$
Y_1	392,8	401,7	1,750	1,915	3,6	5,8	267	285
Y_2	405	424,45	1,840	2,519	5,9	8,7	282	305

В результате применения указанного метода были получены рациональные интервалы изменения параметров [4]:

$$X_1 = 400 \dots 413 \text{ К}; X_2 = 1,8 \dots 2 \text{ м/с}; \\ X_3 = 5 \dots 7,5 \text{ кг/м}^2; X_4 = 280 \dots 300 \%$$

Для проверки правильности полученных результатов был поставлен ряд параллельных экспериментов, полученные результаты попадали в рассчитанные доверительные интервалы по всем критериям качества. При этом среднеквадратичная ошибка не превышала 3,8 %.

Таким образом, решена задача оптимизации, которая позволила выделить рацио-

нальную область изменения входных факторов по трем критериям посредством компромиссных решений.

Данная математическая модель может быть использована при разработке конструкции сушильной установки и способа управления технологическими параметрами процесса сушки травяного жома протеинсодержащих растений.

Полученные рациональные параметры положительно отразились на качестве готовой продукции (таблица 3). Установлена [2, 4] перспектива использования красного клевера как объекта кормопроизводства.

Наименование показателей, единицы измерения	Значение показателей (в пересчете на СВ)		НД на методы испытания
	Сухой травяной жом красного клевера	Травяная мука 1-го класса (ГОСТ 18691-88)	
М.д. сырого протеина, %, не менее	22,5	19	ГОСТ 13496.4
М.д. сырой клетчатки, %, не более	17,1	23	ГОСТ Р 52839
Содержание витамина В ₁ , мг/кг	0,44	-	Флоренская, Н.К. Технохимический контроль качества сырья и комбикормов [Текст]. – М: Колос, 1968. – 104 с.
Содержание витамина В ₂ , мг/кг	9,18	-	

Как видно из приведенных данных

показатели качества сухого жома, высушен-

ного при температуре перегретого пара 403 К, выше, чем у травяной муки первого класса. Сухой травяной жом красного клевера имеет ряд преимуществ по сравнению с травяной мукой. Высокая сохранность ценных питательных веществ в сухом жоме, полученного в результате сушки перегретым паром, объясняется меньшей продолжительностью теплового воздействия и поддержанием при этом относительно невысокой температуры материала.

Анализируя проведенные нами исследования, следует отметить, что травяной жом красного клевера является ценным сырьем для производства комбикормов в сельском хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1 Грачев, Ю.П. Математические методы планирования экспериментов [Текст] / Ю.П. Грачев, Ю.М. Плаксин. – М.: ДеЛипринт, 2005. – 296 с.

2 Дранников, А.В. Техника и технология комплексной переработки протеинсодержащих зеленых растений [Текст] / А.В. Дранников, А.А. Дерканосова, А.А. Коротаева / Материалы LI отчетной научной конференции за 2012 г. – Воронеж: ВГУИТ, 2013. – Т.3. – С. 86.

3 Поединок, В.Е. Производство растительных белковых кормов [Текст] / В.Е. Поединок. – М.: Колос, 1994. – 204 с.

4 Шевцов, А.А. Анализ инновационной привлекательности использования вегетативной массы растений в комбикормах [Текст] / А.А. Шевцов, А.В. Дранников, А.А. Дерканосова, А.А. Коротаева // Вестник ВГУИТ. – 2013. - №1. – С. 185-187.

5 Шевцов, А.А. Вегетативная масса растений, как нетрадиционный источник протеина [Текст] / А.А. Шевцов, А.В. Дранников, А.А. Дерканосова, А.А. Коротаева // Актуальная биотехнология. – 2013 - № 1. – С. 38-40.

REFERENCES

1 Grachev, U.P. Mathematical methods of planning of experiments [Text] / Y.P. Grachev, Y.M. Plaksin. – M.: DeLiprint, 2005. – 296 p.

2 Drannikov, A.V. Technique and technology of complex processing of protein containing green plants [Text] / A.V. Drannikov, A.A. Derkanosova, A.A. Korotaeva / Proceedings of LI of reporting scientific conference for 2012. – Voronezh: VSUET, 2013. – V.3 – P. 86.

3 Poedinok, V.E. Production of vegetable protein feeds [Text] / V.E. Poyedinok. – M.: Kolos, 1994. – 204 p.

4 Shevtsov, A.A. the analysis of innovative appeal of using vegetative mass of plants in compound feeds [Texts] / A.A. Shevtsov, A.V. Drannikov, A.A. Derkanosova, A.A. Korotaeva // Bulletin of VSUET. – 2013. - № 1. – P. 185-187.

5 Shevtsov, A.A. Vegetative mass of plants, as nonconventional source of a protein [Text] / A.A. Shevtsov, A.V. Drannikov, A.A. Derkanosova, A.A. Korotaeva // Actual biotechnology. – 2013. - № 1. – P. 38-40.

Доцент А.В. Журавлев, соискатель А.В. Бородкина
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств,
тел. (473) 255-55-57
ведущий специалист А.Ю. Баранов
(ООО «Аскон – Воронеж»)

Разработка высокоинтенсивной сушилки с регулируемым закрученным потокотеплоносителя

Разработана новая конструкция сушилки с регулируемым закрученным потоком теплоносителя для сушки мелкосемянных культур.

The article presents a new design of the dryer with adjustable twisted coolant flow for drying fine seeds.

Ключевые слова: сушилка, закрученный поток, завихритель, мелкосемянные культуры.

Наиболее распространенными и, следовательно, наиболее важными процессами пищевой технологий являются процессы сушки, т.к. они во многом определяют качество готовой продукции, энерго- и материалоемкость производства [1].

В настоящее время в промышленности при сушке мелкосемянных культур с незначительным диффузионным сопротивлением движению влаги в качестве одного из наиболее эффективных средств интенсификации процесса широко применяются высокоинтенсивные аппараты с активными гидродинамическими режимами, в частности, аппараты с закрученными потоками теплоносителя, развитая турбулентная структура потока в рабочем объеме которых позволяет избежать образования инертных зон вокруг частиц материала [2]. Технологический процесс в данных аппаратах происходит с одновременной сепарацией твердых частиц на стенку сушильной камеры в результате воздействия центробежных сил, что позволяет одновременно снизить унос дисперсного материала и повысить скорости обтекания частицами, что приводит к увеличению скорости ведения технологического процесса по сравнению с другими устройствами [3].

В ходе проведенного анализа литературных данных о конструкциях сушилок, относящихся к данному классу, и результатов исследования процесса сушки ряда мелкосемянных культур, нами была разработана высокоинтенсивная сушилка с регулируемым закрученным потоком теплоносителя [4].

Сушилка (рисунок 1) состоит из цилиндрической сушильной камеры 1 с окном 2 и патрубком 3 для вывода смеси сушеного продукта и отработанного теплоносителя и крышкой 5, патрубком 4 для ввода исходного влажного дисперсного материала, патрубка 6 для подачи осевого потока теплоносителя, в котором в нижней части концентрично расположен завихритель 7 (рисунок 2), а в его верхней части тангенциально установлен патрубок 8 для подвода дополнительного потока теплоносителя. Удерживающая решетка 9 предназначена для предотвращения попадания частиц материала в воздухопровод в случае экстренной остановки сушильной установки.

Траектории закрученных потоков теплоносителя, образованные подводом осевого и тангенциального потоков, показаны линиями 10.

Сушилка с регулируемым закрученным потоком теплоносителя работает следующим образом.

Через патрубок 6 для подвода осевого потока теплоносителя в сушильную камеру 1 подается горячий теплоноситель, проходит через завихритель 7 и закручивается. Через тангенциальный патрубок 8 подается дополнительный поток горячего теплоносителя, который докручивает основной поток теплоносителя до требуемой интенсивности закрутки. После этого исходный влажный дисперсный материал подается в сушильную камеру 1 через патрубок 4, где интенсивно происходит процесс сушки во взвешенно-закрученном слое, при этом ядро фонтана дисперсного

материала вращается вокруг вертикальной оси сушилки, совпадая с направлением движения закручивающего потока, и этим самым достигается равномерное тангенциальное закручивание во взвешенно-закрученном слое.

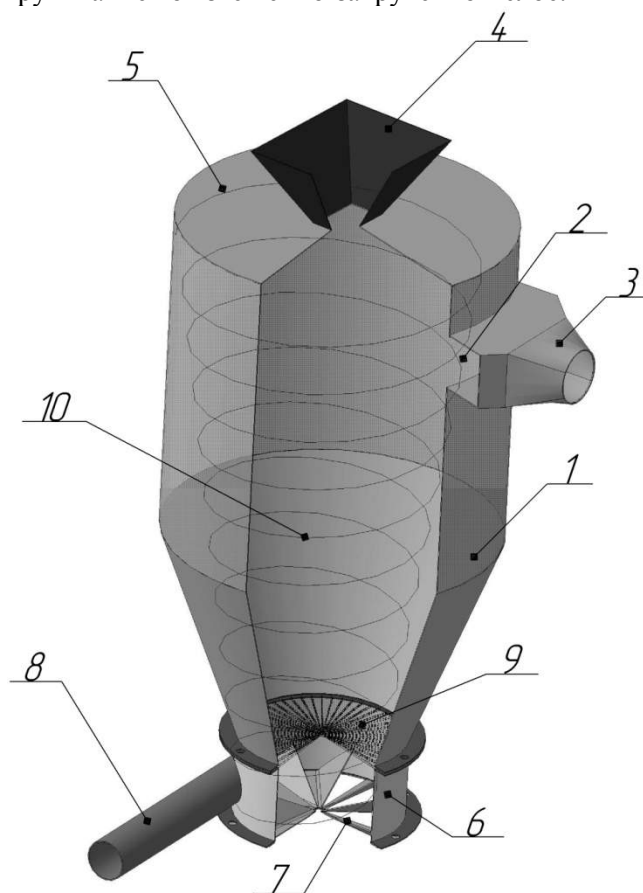


Рисунок 1 – Сушилка с регулируемым закрученным потоком теплоносителя: 1 – сушильная камера; 2 – выводное окно; 3, 4, 6, 8 – патрубки; 5 – крышка; 7 – завихритель; 9 – решетка; траектории закрученных потоков

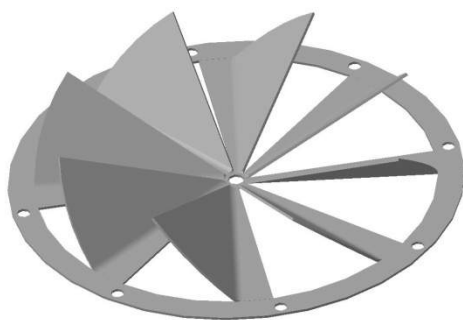


Рисунок 2 – Завихритель

Теплоноситель вместе с частицами материала совершает сложное циркуляционное движение вдоль окружности аппарата, увеличивая при этом свою скорость. Тангенциальная скорость частиц обуславливает возникновение центробежной силы, которая отбрасывает частицы от центра сушильной камеры к ее стенкам, образуя взвешенно-закрученный слой – вращающееся кольцо. При этом процесс сушки протекает в неустановившемся режиме при высоких относительных скоростях частиц материала и теплоносителя. Осевая составляющая скорости закрученного потока по высоте сушильной камеры падает, скорость витания продукта по мере его высыхания – уменьшается. За счет этого продукт по мере его высыхания фонтанирует в закрученном потоке теплоносителя и поднимается на большую высоту по оси сушильной камеры. Суммарный расход теплоносителя подбирается таким образом, что, достигнув необходимой влажности, продукт удаляется из сушильной камеры, увлеченный отработанным потоком теплоносителя через выводное окно 2 и патрубок 3 для вывода смеси сухеного продукта и отработанного теплоносителя сушильной камеры 1. Конечная влажность готового продукта регулируется скоростью осевого и тангенциальных потоков теплоносителя. За счет изменения тангенциальной составляющей потока теплоносителя можно добиться максимальной равномерности закручивания потока материала и теплоносителя, а меняя осевую составляющую потока теплоносителя, можно регулировать время пребывания продукта в сушильной камере, тем самым значительно интенсифицировать тепломассообменные процессы при прочих равных параметрах сушки.

В случае экстренной остановки сушилки продукт задерживается на решетке 9 и не проваливается в воздуховод.

Таким образом, предлагаемая сушилка с регулируемым закрученным потоком теплоносителя имеет следующие преимущества:

- позволяет получить готовый продукт более высокого качества за счет организации равномерного закручивания потоков материала и теплоносителя и за счет исключения его контакта с поверхностью тангенциальных воздуховодов;

- благодаря установке завихрителя, снижаются энергетические затраты на закручивание потока теплоносителя;

– организация выгрузки готового продукта через окно в патрубок облегчает процесс выгрузки и сбора готового продукта;

– упрощает процессы изготовления и монтажа сушилки, а также позволяет снизить металлоемкость конструкции;

– благодаря возможности регулирования закрученности потока теплоносителя и времени пребывания материала в сушильной камере, сушилка может настраиваться на различные режимы сушки различного рода дисперсных материалов;

– предлагаемая сушилка является универсальной, то есть она может использоваться во всех отраслях промышленности, где необходима сушка дисперсных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Антипов, С.Т. Установки для сушки высоковолажных полидисперсных вторичных материальных ресурсов пищевой промышленности [Текст] / С.Т. Антипов, А.В. Прибытков, А.В. Журавлев // Инженер, технолог, рабочий. - 2005. - № 12. – С. 7-11.

2 Антипов, С. Т. Новые технические решения в технике сушки дисперсных материалов [Текст] / С.Т. Антипов, Д.А. Казарцев, А.В. Журавлев, Е.С. Бунин и др. // Техника машиностроения. - 2009. - № 1. – С. 55-58.

3 Антипов, С.Т. Тепло- и массообмен при сушке послеспиртовой зерновой барды в аппарате с закрученным потоком теплоносителя [Текст] / С.Т. Антипов, А.В. Журавлев. - Воронеж: ВГТА, 2006. – 252 с.

4. Пат. 2480693 РФ МКП7 F26B 17/10. Сушилка с регулируемым закрученным потоком теплоносителя [Текст] / С.Т. Антипов, А.В. Журавлев, Д.А. Казарцев, А.Ю. Баранов; заявитель и патентообладатель: ГОУ ВПО Воронежская государственная технологическая академия. - № 2011113204/06; заявл. 05.04.2011; опубл. 27.04.2013.

REFERENCES

1 Antipov, S.T. Systems for drying high moisture polydisperse secondary material resources food industry [Text] / S.T. Antipov, A.V. Pribitkov, A.V. Zhuravlev // Engineer, technologist, working. - 2005. - №12. - P. 7-11.

2 Antipov, S.T. New technical solutions in the art drying of dispersed materials [Text] / S.T. Antipov, D.A. Kazartsev, A.V. Zhuravlev, E.S. Bunin et al // Technology engineering. - 2009. - №1. - P. 55-58.

3 Antipov, S.T. Heat and mass transfer during drying distillers grains wastes in the device with twisted coolant flow [Text] / S.T. Antipov, A.V. Zhuravlev. - Voronezh: VSTA, 2006. - 252 p.

4 Pat. 2480693 RF MKP7 F26B 17/10 . Dryer with adjustable twisted coolant flow [Text] / S.T. Antipov, A.V. Zhuravlev, D.A. Kazartsev, A.Yu. Baranov; applicant and patentee: SEI HPE Voronezh State Technological Academy. - №2011113204/06; appl. 05.04.2011, publ. 27.04.2013.

Профессор А.В. Жучков, доцент И.Е. Шабанов,
аспирант А.А. Чернецкая, ассистент Ю.Н. Смолко

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов химических производств, тел. (473) 249-91-13

Математическое моделирование тепло- и массообменных процессов в реакторе анаэробного сбраживания

Разработанная программа позволяет смоделировать температурный режим реактора и разработать рекомендации по оптимальным величинам основных параметров процесса. Математическая модель тепло- и массообменных процессов в реакторе анаэробного сбраживания строится с учетом трехслойной структуры среды в реакторе.

The developed program allows to simulate the temperature of the reactor and to develop recommendations for the optimal values of the main parameters of the process. A mathematical model of heat and mass transfer processes in anaerobic digestion reactor is constructed taking into account the three-layer structure of the medium in the reactor.

Ключевые слова: анаэробное сбраживание, консорциум, коммунально-бытовые отходы, утилизация и переработка отходов, субстрат.

Разработанная технология утилизации (переработки) отходов путем анаэробного сбраживания строится на базе муниципальных образований, жилищно-коммунального сектора и других источников их образования.

Она предназначена для переработки пищевых отходов в местах их образования с целью:

- предотвращения экологического ущерба, наносимого окружающей среде от полигонов ТБО;

- получения энергетических ресурсов (биогаз, электрическая и тепловая энергия);
- получения экологически чистых органических удобрений;
- предотвращения платежей за образование отходов.

Технологические установки микробиологической утилизации органических отходов (коммунальные и пищевые отходы, а также отходы пищевых и кормовых производств) позволяют в качестве конечных продуктов получать биогаз с большим содержанием метана и органические, азотосодержащие удобрения.

Таким образом, существенно уменьшается загрязнение окружающей среды отходами:

- жилищно-коммунального сектора;
- сельского хозяйства (животноводство, растениеводство);
- пищевой и кормовой промышленности (мясокомбинаты, спиртзаводы, сыроваренные заводы, молокозаводы, маслоэкстракционные предприятия и пр.)

Предлагаемый способ сбора и утилизации (переработки) пищевых отходов методом анаэробного сбраживания базируется на адаптации сырьевых комплексов к технологическим условиям переработки анаэробными бактериями, при этом подбор рецептур и технологических параметров обеспечивает наибольшую эффективность процесса биосинтеза.

Главным преимуществом разработанной технологии является возможность утилизации пищевых отходов сложного морфологического и непостоянного состава, а также получение на выходе экологически безопасных продуктов. При этом резко снижаются выбросы вредных веществ в окружающую среду.

Исследуемый процесс анаэробного сбраживания органического сырья является многофакторным. Биомасса, в конечном итоге, представляет собой три фазы: твердая фаза, суспензия и водно-масляная эмульсия, а также зоны перехода.

Математическая модель тепло- и массообменных процессов в реакторе анаэробного сбраживания должна отвечать следующим условиям:

- строиться с учетом трехслойной структуры среды в реакторе (массообменный процесс);
- учитывать различия газовой выделений в трех слоях биомассы (массообменный процесс);
- строиться с учетом зависимости теплофизических характеристик слоев от состава питающей смеси (массообменный процесс);

- учитывать гидродинамические характеристики течения реакционной массы в зависимости от интенсивности перемешивания;
- учитывать характер консорциума;
- относиться к разнородности реакционной массы;
- реализовывать учет зависимости характеристики потока жидкости в реакционном пространстве от интенсивности перемешивания;
- протекать при давлении над поверхностью реакционного пространства, не превышающем 0,02 атм.

Рассматривается реактор с рубашкой и мешалкой, внутри которого осуществляется процесс анаэробного сбраживания органической массы (рисунок 1).

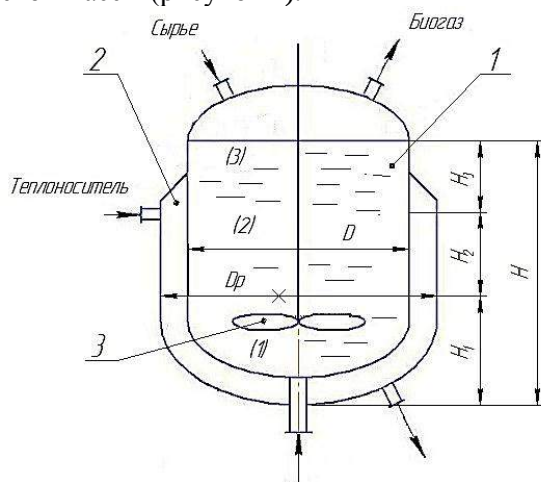


Рисунок 1- Реактор для получения биогаза:
1 - корпус реактора, 2 - рубашка, 3 - мешалка.

Водный раствор органической массы периодически загружается в реактор с одновременным отводом продуктов разложения. Образующийся биогаз отводится через верхний штуцер. Рабочая среда при работе биогазового реактора расслаивается на три области:

- суспензия, состоящая из твердых частиц органической природы, взвешенных в слое воды;
- светлый слой, состоящий, преимущественно, из воды;
- масляный слой.

После первоначальной загрузки реакционная среда нагревается теплоносителем, циркулирующим в рубашке, до температуры 37 °С. При такой температуре процесс анаэробного сбраживания протекает наиболее интенсивно. В результате жизнедеятельности бактерий вырабатывается биогаз, состоящий на 70 % из метана и примерно на 30 % из углекислого газа с теплотой сгорания примерно 25-

29 МДж/м³. Производительность биореактора при оптимальном режиме составляет 2-7 м³/сутки на 1 м³ реакционной смеси.

Эффективность работы биореактора определяется многими параметрами [1], важнейшими из которых являются температура, интенсивность перемешивания, показатель pH и др.

Субстрат подается в реактор в непрерывном режиме или мелкими порциями, а прореагировавшее сырье выводится из реактора.

Газовые пузыри зарождаются, преимущественно, в нижней части реактора на поверхности твердых органических частиц субстрата и стенках. При достижении радиуса отрыва R_0 газовый пузырь отрывается от твердой поверхности и всплывает. По мере движения его радиус увеличивается из-за массообмена с жидкой фазой. Закон изменения радиуса пузыря и скорость всплытия существенно влияют на процессы тепломассообмена и производительность реактора.

На первом этапе происходит зарождение, отрыв и всплытие газового пузыря.

Радиус пузыря, при котором происходит его отрыв от твердой поверхности, определяется соотношением [2]:

$$R_0 = 0,01\theta \sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{г}})}}, \quad (1)$$

где θ – краевой угол в момент отрыва; σ – коэффициент поверхностного натяжения жидкости; $\rho_{\text{ж}}$, $\rho_{\text{г}}$ – плотности жидкости и газа.

После отрыва газовый пузырь всплывает. В процессе всплытия количество газа в нем увеличивается пропорционально коэффициенту массоотдачи и площади поверхности газового пузыря.

Закон изменения объема газового пузыря определяется соотношением:

$$\rho_{\text{г}} \frac{dV}{d\tau} = \frac{\beta}{R_{\text{г}} \times \pi} \Delta P_{\text{г}} S, \quad (2)$$

где β – коэффициент массоотдачи от жидкости; $R_{\text{г}}$ – газовая постоянная газа; T – абсолютная температура; $\Delta P_{\text{г}}$ – перепад парциальных давлений газа; $\rho_{\text{г}}$ – плотность газа; S – площадь поверхности пузыря.

С учетом выражений для объема газового пузыря

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad (3)$$

и площади его поверхности

$$S = 4\pi R^2 \quad (4)$$

из (2) получим:

$$\rho_{\text{г}} \frac{dR}{d\tau} = \frac{\beta}{R_{\text{г}} \cdot T} \Delta P_{\text{г}}, \quad (5)$$

Коэффициент массоотдачи к поверхности пузыря определяется уравнением Бусинеска [3]:

$$Sh = 1,13Re^{1/2} \cdot Sc^{1/2}, \quad (6)$$

где $Sh = \frac{\beta \cdot d_r}{D}$ – число Шервуда; $Re = \frac{V_{\text{п}} \cdot d_{\text{п}}}{\nu_{\text{ж}}}$ – число Рейнольдса; $Sc = \frac{\nu_{\text{ж}}}{D}$ – число Шмидта; $d_{\text{п}} = 2R$ – диаметр пузыря; D – коэффициент диффузии биогаза в жидкости; $V_{\text{п}}$ – относительная скорость пузыря в жидкости.

С учетом (6) преобразуем уравнение (5) к виду:

$$\frac{dR}{d\tau} = k_{\text{ж}} \left(\frac{V_{\text{п}}}{R} \right)^{1/2}, \quad (7)$$

где $k_{\text{ж}} = 1,13 \left(\frac{D}{2} \right)^{1/2} \cdot \frac{1}{R_{\text{г}} \cdot T \cdot \rho_{\text{г}}}$ – коэффициент пропорциональности, зависящий от режимных параметров.

Проведем моделирование процессов теплообмена в биогазовом реакторе.

Поскольку теплофизические свойства жидкости в слоях 1, 2, 3 существенно отличаются, коэффициенты теплопередачи рассчитываются для каждого слоя отдельно, а затем определяется средний коэффициент теплоотдачи.

Для первого слоя:

Плотность среды:

$$\rho_1 = \Phi \rho_{\text{т}} + (1 - \Phi) \rho_{\text{ж}}, \quad (8)$$

где Φ – объемная доля твердых взвешенных частиц; $\rho_{\text{т}}$ – плотность твердых частиц; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости.

Динамическая вязкость среды [с]:

$$\mu_1 = \begin{cases} \mu_{\text{ж}}(1 + 4,5\Phi), & \text{если } \Phi \leq 0,4 \\ \frac{\mu_{\text{ж}}}{1 - \Phi^{1/3}}, & \text{если } \Phi \geq 0,4 \end{cases} \quad (9)$$

Теплоемкость и теплопроводность среды:

$$c_1 = x_{\text{т}} c_{\text{т}} + (1 - x_{\text{т}}) c_{\text{ж}}, \quad (10)$$

$$\lambda_1 = x_{\text{т}} \lambda_{\text{т}} + (1 - x_{\text{т}}) \lambda_{\text{ж}}, \quad (11)$$

где $c_{\text{т}}$, $c_{\text{ж}}$ – теплоемкости твердых частиц и жидкости; $\lambda_{\text{т}}$, $\lambda_{\text{ж}}$ – теплопроводности твердых частиц и жидкости; $x_{\text{т}}$ – массовая доля твердых частиц:

$$x_{\text{т}} = \frac{\rho_{\text{т}} \Phi}{\rho_{\text{т}} \Phi + \rho_{\text{ж}} (1 - \Phi)} \quad (12)$$

Число Рейнольдса для мешалки:

$$Re_1 = \frac{n_{\text{м}} d_{\text{м}}}{\nu_1}, \quad (13)$$

где $n_{\text{м}}$ – частота вращения мешалки, 1/с; $d_{\text{м}}$ – диаметр мешалки, м; $\nu_1 = \mu_1 \rho_1$ – кинематический коэффициент вязкости.

Число Нуссельта:

$$Nu_1 =$$

$$0,44 Re_1^{0,44} Pr_1^{0,34} \left(\frac{\mu_{\text{ж}}}{\mu_1} \right)^{0,14} \left(\frac{D}{H_1} \right)^{0,47} \left(\frac{x_{\text{т}}}{1 - x_{\text{т}}} \right)^{0,3}, \quad (14)$$

где $Nu_1 = \frac{\alpha_1 D}{\lambda_1}$ – число Нуссельта.

Коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \lambda_1}{D} \quad (15)$$

Аналогично определяются коэффициенты теплоотдачи для слоев 2, 3. Критериальная формула для числа Нуссельта в этих случаях имеет вид [6]:

$$Nu = 0,36 Re_{\text{м}}^{2/3} Pr^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_{\text{ст}}} \right)^{0,14}, \quad (16)$$

где $\mu_{\text{ст}}$ – динамическая вязкость жидкости при температуре стенки.

Средний коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha_{\text{ср}} = \frac{\alpha_1 H_1 + \alpha_2 H_2 + \alpha_3 H_3}{H} \quad (17)$$

Определим закон изменения температуры реакционной смеси от времени из уравнения теплового баланса:

$$c_{\text{ср}} m_{\text{общ}} \frac{dt}{d\tau} = q_V V + k \pi D H (t_{\text{тн}} - t) - c_c G_c (t - t_{\text{сн}}) + k_p \pi D_p H (t_{\text{тн}} - t_{\text{н}}), \quad (18)$$

где $m_{\text{общ}}$ – общая масса реакционной смеси; V – общий объем реакционной смеси; k – коэффициент теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси; $t_{\text{тн}}$ – средняя температура теплоносителя в рубашке; $t_{\text{сн}}$ – начальная температура сырья, подаваемого в реактор; $t_{\text{н}}$ – температура наружного воздуха.

$$m_{\text{общ}} = \frac{\pi D^2}{4} (\rho_1 H_1 + \rho_2 H_2 + \rho_3 H_3) \quad (19)$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} H \quad (20)$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{тн}}} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_{\text{ср}}}} \quad (21)$$

Разделив (18) на $c_{\text{ср}} m_{\text{общ}}$, получим:

$$\frac{dt}{d\tau} = A(t_{\text{тн}} - t) + B(t - t_{\text{сн}}) + Q_{\text{в}} + Q_{\text{п}}, \quad (22)$$

где:

$$A = \frac{k \pi D H}{c_{\text{ср}} m_{\text{общ}}}, \quad (23)$$

$$B = \frac{c_c G_c}{c_{\text{ср}} m_{\text{общ}}}, \quad (24)$$

$$Q_{\text{в}} = \frac{q_V V}{c_{\text{ср}} m_{\text{общ}}}, \quad (25)$$

$$Q_{\text{п}} = \frac{k_p \pi D_p H (t_{\text{тн}} - t_{\text{н}})}{c_{\text{ср}} m_{\text{общ}}}. \quad (26)$$

Преобразуем (22) к виду:

$$\frac{dt}{d\tau} = (B - A)t + S, \quad (27)$$

$$\text{где: } S = A t_{\text{тн}} - B t_{\text{сн}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{п}} \quad (28)$$

Интегрируя (27) по времени τ при начальном условии:

$$t(0) = t_0, \quad (29)$$

получим:

$$t(\tau) = t_{\infty} + (t_0 - t_{\infty}) \exp[(B - A)\tau] \quad (30)$$

Программа, реализующая режимы работы биогазового реактора составлена в среде Mathcad 15.

Результаты моделирования режимов работы биореактора представлены ниже.

На рисунках. 2, 3, 4 представлены результаты моделирования реактора при следующих значениях исходных данных: $m_{CH_4} = 0,7$; СВ = 10%; $t_p = 37^\circ\text{C}$; $R_H = 0,02$ м; $D = 1$ м; $H_1 = 0,3$ м; $H_2 = 0,5$ м; $H_3 = 0,2$ м; $\Phi = 0,34$; $\rho_T = 1800$ кг/м³; $c_T = 840 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$; $\lambda_T = 0,9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$;

$\rho_2 = 992$ кг/м³; $\rho_3 = 868$ кг/м³; $c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$; $c_3 = 1780 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$; $\mu_3 = 8,94 \cdot 10^{-3}$ Па*с; $\lambda_2 = 0,635 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$; $\lambda_3 = 0,109 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$; $n_M = 0,2$ 1/с; $d_M = 0,5$ м; $\alpha_{TH} = 1500$ Вт/м²*К; $\lambda_c = 16 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$; $\delta_c = 0,003$ м; $c_c = 3700 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$; $G_c = 10^{-3}$ кг/с; $q_V = 5000$ Вт/м³; $k_p = 1$ Вт/м²*К; $D_p = 1,06$ м; $t_{TH} = 40^\circ\text{C}$; $t_H = 10^\circ\text{C}$; $t_{CH} = 20^\circ\text{C}$; $t_0 = 20^\circ\text{C}$; $\xi = 1,5$.

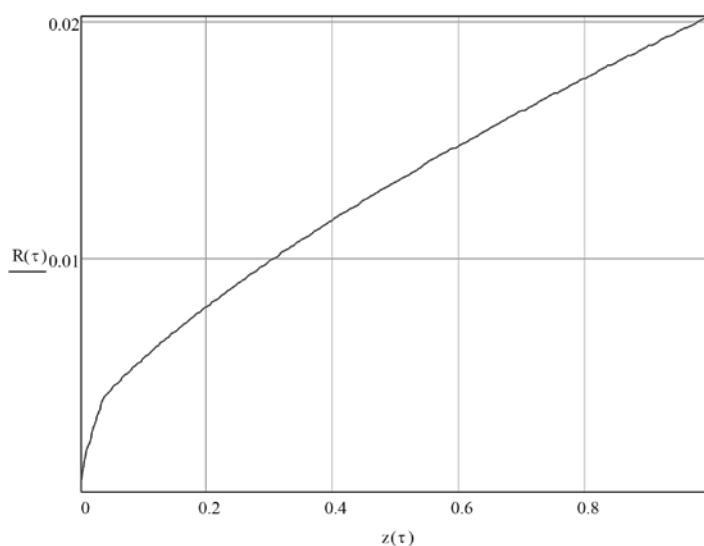


Рисунок 2 - Зависимость радиуса газового пузыря от координаты z

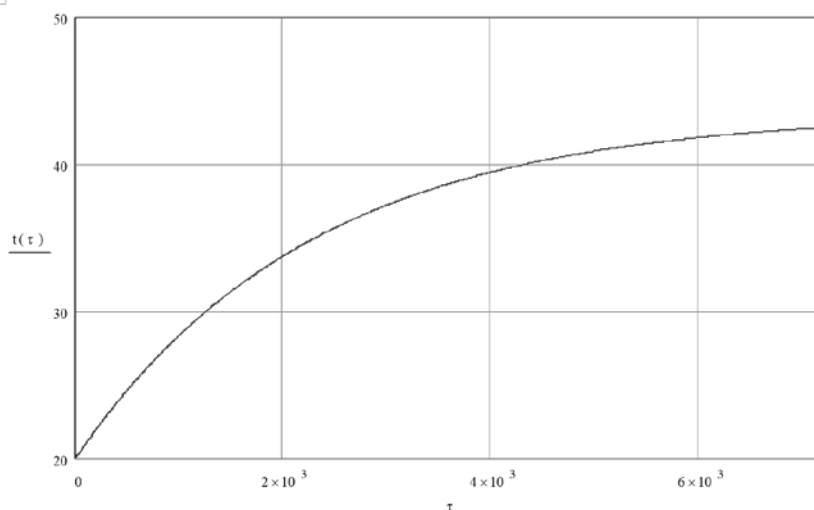


Рисунок 3 - Зависимость температуры реакционной смеси от времени

Газовый пузырь быстро, за время $\tau_{ж} = 0,27$ с, достигает радиуса $R_{ж} = 4,21$ мм и дальше всплывает с постоянной скоростью (рисунок 1).

Необходимо поддерживать мягкий режим нагревания или охлаждения реакционной

смеси, поскольку резкие процессы нагревания-охлаждения неблагоприятно сказываются на жизнеспособности бактерий.

Уменьшение частоты вращения мешалки в 2 раза (до 0,1 1/с) приводит к увеличению времени нагревания реакционной смеси до 40°C с

4400 до 5100. Увеличение температур теплоносителя с 40 до 60 °С уменьшает необходимое время нагревания реакционной смеси до 1200.

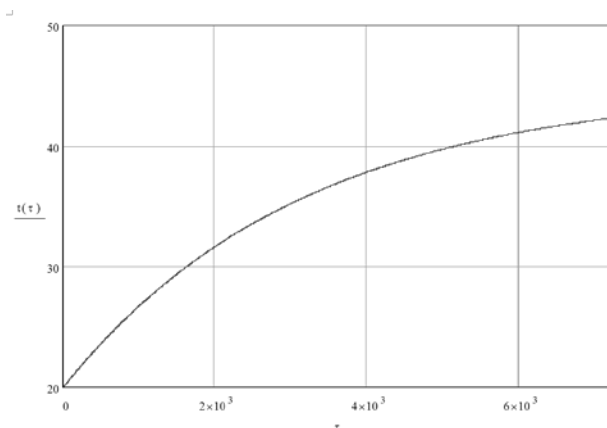


Рисунок 4 - Зависимость температуры реакционной смеси от времени при $n=1$ 1/с

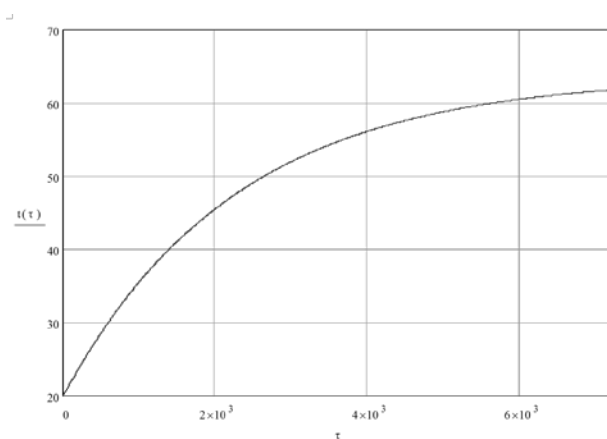


Рисунок 5 - Зависимость температуры реакционной смеси от времени при $n_m=1$ 1/с и $t_{тн}=60$ °С

На рисунке 6 показано влияние средней температуры теплоносителя на необходимое время разогрева реактора.

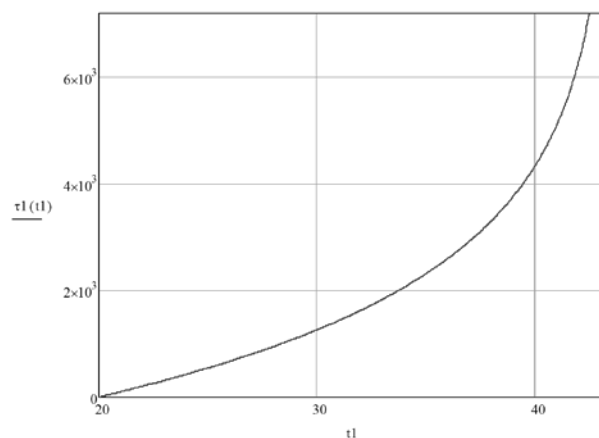


Рисунок 6 - Зависимость времени нагревания реакционной смеси от температуры теплоносителя

Предложенная математическая модель процессов в реакторе анаэробного сбраживания учитывает особенность трехслойной структуры среды в реакторе в зависимости от очевидной разницы и, соответственно, отдельно рассчитываемых значений коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи для первого, второго и третьего слоев в реакционном пространстве.

В математической модели учтены различия газовыделений в трех слоях биомассы на основе особенности массотдачи к поверхности образуемого пузырька, генерируемого в процессе биосинтеза газа, при помощи коэффициента массоотдачи в уравнении Буссинеска.

Модель в полной мере построена с учетом зависимости теплофизических и других характеристик слоев и от состава питающей смеси посредством плотности, динамической вязкости, теплоемкости, теплопроводности слоев и частиц, распределенных в биореакторе.

Также в модели учтены гидродинамические характеристики течения реакционной массы в зависимости от интенсивности перемешивания посредством параметров, определяющих значения чисел Нуссельта и Рейнольдса.

При расчете учитывается интенсивность деятельности разновидностей потенциально используемых для анаэробного сбраживания консорциумов микроорганизмов, в свою очередь выбираемых в зависимости от морфологического состава перерабатываемых коммунально-бытовых отходов при помощи введенного коэффициента, учитывающего характер консорциума.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» по Государственному контракту от «16» октября 2013 г. № 14.515.11.0089. Статья подготовлена по результатам работ, выполненных на оборудовании ЦКП «КУЭП».

ЛИТЕРАТУРА

1 Родионова, А.А. Оптимизация процесса получения биотоплива методом анаэробного сбраживания органических отходов [Текст] / А.А. Родионова, А.В. Жучков // Материалы Международной научно-практической интернет-конференции, посвященной 50-летию кафедры "Процессы и аппараты пищевых и химических производств" «Энергосберегающие процессы и аппараты в пищевых и химических производств (ЭПАХПП-2011)». - Воронеж, 2011. - С. 356-360.

2 Родионова, А.А. Разработка научных основ технологии биоконверсии многокомпонентного органического сырья в энергоносители [Текст] / А.А. Родионова, А.В. Жучков // Актуальная биотехнология. - 2013. - №1(4). - С.46 - 48

3 Жучков, А.В. Перспектива получения топлива и энергии методом анаэробного сбраживания [Текст] / А.В. Жучков, А.А. Родионова, И.Е. Шабанов // Труды научнотехнической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Физико-технические проблемы энергетики, экологии и энергоресурсоснабжения». - Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2011. – Вып. 13. – С. 64.

4 Ракитова, О. Государство и биоэнергетика [Текст] / О. Ракитова // Альтернативная энергетика. - 2007. - № 5-6. - С. 5 – 10.

REFERENCES

1 Rodionova, A.A. Optimization of the process of biofuel production by anaerobic digestion of organic waste [Text] / A.A. Rodionov, A.V. Zhuchkov // Proceedings of the International

Scientific and Practical Internet Conference dedicated to the 50th Anniversary of department "Processes and devices food and chemical industries ", "Energy saving processes and devices in the food and chemical industries (ESPDFCI -2011)". - Voronezh, 2011. - P. 356-360.

2 Rodionova, A.A. Development of scientific basic of technology of the bioconversion organic multi-component materials to energy [Text] / A.A. Rodionova, A.V. Zhuchkov // Actual biotechnology. - 2013. - № 1 (4). - P. 46 – 48.

3 Zhuchkov, A.V. The prospect of obtaining a fuel and energy by anaerobic digestion [Text] / A.V. Zhuchkov, A.A. Rodionova, I.E. Shabanov // Proceedings of the scientific-technical conference of young scientists and students "Physical and technical problems of energy, environment and energy and resource saving". – Voronezh: VSTU, 2011. - № 13. - P. 64.

4 Rakitova, O. State and bioenergy [Text] / O. Rakitova // Alternative energy. - 2007. - № 5-6. - P. 5 - 10.

Профессор Л.И. Лыткина, профессор А.А. Шевцов,
доцент Е.С. Шенцова, соискатель О.А. Апалихина
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского,
макаронного и зерноперерабатывающего производств, тел. (473) 255-38-51

Реализация энергоэффективной технологии комбикормов как системы тепловых и механических процессов

Предложена энергоэффективная технология комбикормов с применением парокомпрессионной холодильной машины. Для реализации технологии как системы тепловых и механических процессов разработан программно-логический алгоритм, позволяющий осуществлять оперативное управление технологическими параметрами.

Proposed energy-efficient technology fodder in applying the vapor compression chiller. To implement the technology as a system of thermal and mechanical processes designed program-logic algorithm that allows us to exercise operational control of process parameters.

Ключевые слова: парокомпрессионная холодильная машина, энергосбережение, управление.

Создание энергоэффективных технологий комбикормов с заданным стабильным составом, отвечающих современным требованиям адекватного питания сельскохозяйственных животных и птицы, базируется на основных положениях системного подхода, посредством которого могут быть выявлены закономерности строения, функционирования и развития технологического потока кормопроизводства как системы тепловых и механических процессов [1, 2].

Показано, что уровень целостности технологической системы производства комбикормов по традиционной технологии [3, 4] лежит в области суммативных систем, в которых недостаточно реализованы возможности экономии теплоэнергетических ресурсов за счет рециркуляционных схем по материальным и энергетическим потокам.

По результатам выполненных исследований перевод технологии комбикормов в область целостных систем стал возможен за счет управления технологическими параметрами и качеством продукции с применением холодильной техники [5, 6].

В частности, применение парокомпрессионной холодильной машины, работающей в режиме теплового насоса, позволило повысить энергетическое совершенство технологии комбикормов как системы тепловых и механических процессов (рисунок 1).

Учитывая положительный эффект от формирования тепловых процессов в технологии комбикормов [6], составлен алгоритм управления технологическими параметрами, устанавливающий логическую последовательность подачи управляющих воздействий, ресурс действия которых определяется системой ограничений с возможностью оперативной коррекции технологических режимов работы оборудования в условиях случайных возмущений [7, 8].

Информация о ходе процесса приготовления комбикормов, подготовки воздуха и пара с помощью датчиков передается в микропроцессор, который по заложенному в него программно-логическому алгоритму осуществляет оперативное управление технологическими параметрами с учетом накладываемых на них двухсторонних ограничений, обусловленных как получением готового продукта высокого качества, так и экономической целесообразностью.

По текущим значениям расхода рассыпного комбикорма и горячих гранул перед их смешиванием микропроцессор устанавливает расход воздуха для охлаждения смеси горячих гранул и рассыпного комбикорма в линии рециркуляции воздействием на мощность регулируемого привода вентилятора.

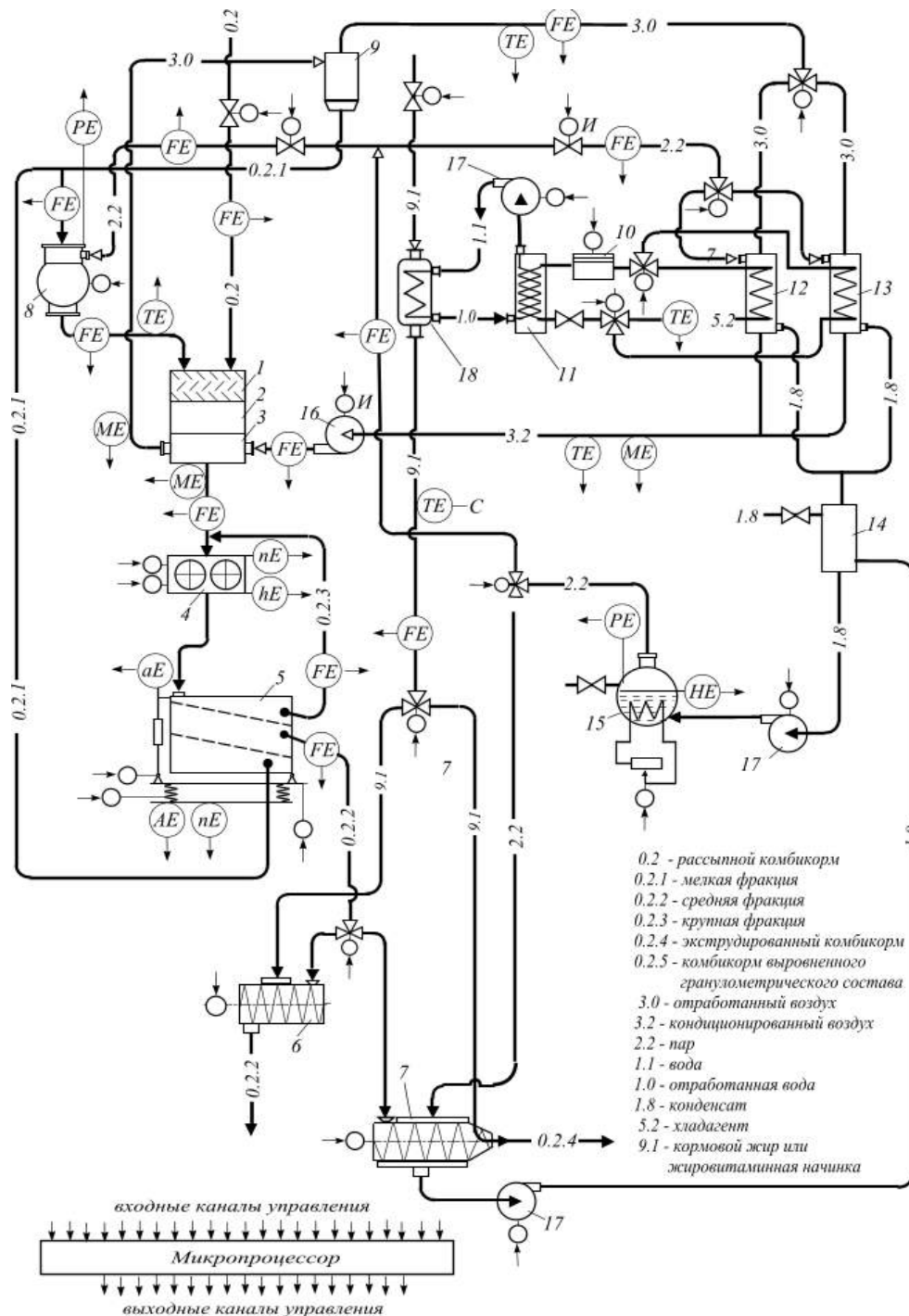


Рисунок 1 - Технологическая схема способа производства и управления качеством комбикормовой продукции с применением ПКХМ:

гравитационный смеситель 1; теплообменник 2; охладитель 3; измельчитель 4; просеивающую машину 5; пресс-гранулятор 6; смеситель 7; смеситель-экструдер 8; циклон 9; компрессор 10; конденсатор 11; секции испарителя 12, 13; сборник конденсата 14; парогенератор 15; вентилятор 16; насос 17; нагреватель жира 18; датчики: FE – расхода, TE – температуры, PE – давления, ME – влажности и влагосодержания, nE – частоты вращения, hE – расстояния между валками измельчителя, aE – угла наклона сит, AE – амплитуды колебания сит, HE – уровня.

По информации датчиков о расходах смеси рассыпного комбикорма и гранул и крупной фракции в линии возврата на доизмельчение устанавливают производительность измельчителя, изменяя частоту вращения валков с помощью

датчика. По текущей влажности смеси гранул и рассыпного комбикорма оцениваются структурно-механические свойства продукта, подаваемого на измельчение, в зависимости от которых устанавливается расстояние между валками.

Микропроцессор непрерывно оценивает качество процесса сортирования полученных в просеивающей машине продуктов измельчения, осуществляя коррекцию режима просеивания при отклонении соотношения расходов крупной и средней фракций

По измеренным значениям влагосодержания воздуха до и после охлаждения смеси в охладителе 3 и его расходу определяется количество водяных паров в отработанном воздухе по формуле:

$$U = (x_{\text{вых}} - x_{\text{вх}}) \rho_{\text{св}} V, \quad (1)$$

где $x_{\text{вх}}$, $x_{\text{вых}}$ - влагосодержание воздуха на входе и выходе из охладителя, кг/кг; $\rho_{\text{св}}$ - плотность сухого воздуха, кг/м³; V - объемный расход воздуха, м³/ч, в соответствии с которым устанавливается расход хладагента в рабочую секцию 12 испарителя воздействием на мощность привода компрессора 10 холодильной машины.

Процесс охлаждения отработанного воздуха в рабочей секции испарителя 12 ПКХМ на поверхности ее охлаждающего элемента сопровождается конденсацией влаги из воздуха в «снеговую шубу». В результате снижается коэффициент теплопередачи от хладагента к воздуху через стенку охлаждающего элемента, а нарастающая во времени толщина «снеговой шубы» снижает интенсивность охлаждения воздуха, используемого для охлаждения смеси горячих гранул и рассыпного комбикорма.

Непрерывно вычисляется текущее значение коэффициента теплопередачи по формуле

$$k = \frac{Q}{F \Delta t_{\text{ср}}}, \quad (2)$$

где $Q = V c \rho (t_1 - t_2)$ - количество теплоты, подаваемой отработанным воздухом в рабочую секцию испарителя холодильной машины, кДж/ч; c , ρ - средние значения теплоемкости, кДж/(кг·К), плотности, кг/м³, воздуха; V - объемный расход воздуха, м³/ч; F - площадь поверхности охлаждающего элемента испарителя, м²; $\Delta t_{\text{ср}} = (t_1 - t_2) / \ln[(t_1 - t_3) / (t_2 - t_3)]$ - среднелогарифмический температурный напор, °С; t_1 , t_2 - температура воздуха на входе и выходе из рабочей секции охладителя, °С; t_3 - температура хладагента на входе в рабочую секцию испарителя, °С

По сигналу отклонения текущего значения коэффициента теплопередачи от заданного интервала значений воздействуют на соотношение

расходов «воздух – хладагент» путем изменения расхода хладагента в линии рециркуляции.

Если увеличение расхода хладагента не позволяет вывести текущее значение коэффициента теплопередачи на заданный интервал значений, то микропроцессор отключает рабочую секцию 12 из линии рециркуляции хладагента и подключает резервную секцию 13.

Одновременно осуществляется переключение направления движения потока воздуха в резервную секцию 13 испарителя ПКХМ, которая из режима регенерации переключается на рабочий режим конденсации (охлаждения воздуха).

Заданное давление насыщенного пара в парогенераторе 15 поддерживается в установившемся режиме воздействием на мощность электронагревательных элементов. При этом достигается заданная производительность парогенератора, контроль за которой обеспечивается датчиком расхода пара.

По текущей величине давления пара в прессе-грануляторе 8 устанавливается его расход в пресс-гранулятор с коррекцией по температуре горячих гранул в линии их отвода из пресса-гранулятора 8 в гравитационный смеситель 1. Таким образом, количество отводимой части насыщенного пара из общего потока зависит от его давления в прессе-грануляторе 8 и температуры горячих гранул.

Оставшаяся часть перегретого пара подается на размораживание резервной секции испарителя 13, работающей в режиме регенерации, которая отключается из контура рециркуляции хладагента парокомпрессионной холодильной машины с помощью исполнительных механизмов. Поток пара направляется в секцию испарителя ПКХМ, которая переключается с режима конденсации на режим регенерации.

В микропроцессор передается информация о текущем значении уровня конденсата в парогенераторе 15. При изменении уровня конденсата осуществляется двухпозиционное регулирование приводом питающего насоса 17: питающий насос включается при достижении уровня конденсата в парогенераторе нижнего заданного значения и отключается при достижении верхнего заданного значения.

В случае технологических и аварийных сбоев в работе парогенератора, связанных с возможным увеличением давления насыщенного водяного пара в его рабочем объеме, предусмотрен предохранительный клапан.

Предлагаемый методологический подход в разрешении «узла» технических противоречий

в технологии комбикормов на основе структуризации тепловых объектов позволил создать высокоэффективную технологию с расширенными функциональными возможностями.

Способ управления процессом приготовления комбикормов с применением ПКХМ реализован для поточной линии, установленной на Воронежском экспериментальном комбикормовом заводе для производства комбикормов заданной крупности с различными кормовыми добавками производительностью по готовому продукту 12,9 ... 16,1 т/ч.

Линия состоит из гравитационного смесителя У21 – ДСП, контактного теплообменника, охладителя Б6 – ДГВ – II, валкового измельчителя Б6 – ДГВ – III, просеивающей машины У3 – ДМП, пресса-гранулятора Б6–ДГВ –I. Процесс осуществляется со следующими техническими характеристиками:

Производительность смесителя, т/ч	30...50
Расход охлаждающего воздуха, м³/т	1300...1500
Влажность смеси перед измельчением, %	13,0...14,5
Частота вращения валков, об/мин	180...330
Расстояние между валками измельчителя, мм	1,0...1,5
Амплитуда колебаний сит, об/мин	9...11
Частота колебаний сит, об/мин	420...450
Угол наклона сит к горизонту, град	8...10
Давление пара, кг/см² (МПа)	0,2...0,5
Расход пара, кг/т	50...60
Влажность гранул после пресса-гранулятора, %	15...18
Номинальная мощность привода пресса-гранулятора, кВт	131,9

В технологической линии для повышения энергетической эффективности использовался компрессорно-конденсаторный агрегат, работающий в режиме теплового насоса, с характеристиками:

Компрессор одноступенчатый двухцилиндровый.....ФВ – 4/4,5;	
Хладагент (фреон-12).....R12;	
Холодопроизводительность, кВт.....15...20;	
Диапазон температур кипения, °С.....-25...0;	
Конденсатор воздушный, ребристый, м².....15;	
Площадь охлаждающей поверхности испарителя, м².....20;	

Допустимые пределы изменения коэффициента

теплопередачи, Вт/м².....К.3,8...5,0;	
Температура хладагента на входе в испаритель, К.....263...273.	

Низкотемпературные режимы охлаждения смеси рассыпного комбикорма и горячих гранул с пониженным влагосодержанием воздуха приводят к интенсивной конденсации осмотически связанной влаги на поверхности частиц продукта в виде капельной жидкости или «тумана» и ее уносу из рабочей зоны охладителя с отработанным воздухом, быстро достигающим «точки росы».

Воздух после испарителя парокомпрессионной холодильной машины с влагосодержанием 0,005 кг/кг подается в охладитель на охлаждение смеси рассыпного комбикорма и горячих гранул, а на выходе из охладителя влагосодержание отработанного воздуха составляет 0,014 кг/кг.

Расход охлаждающего воздуха на 1 т продукта составляет 1500 м³. Значит, количество влаги, унесенной отработанным воздухом с поверхности частиц продукта из камеры охлаждения при производительности линии 16 т/ч, определяется следующим образом:

$$U = (x_{\text{вых}} - x_{\text{вх}}) \rho_{\text{св}} G_{\text{кк}} v = (0,014 - 0,005) \cdot 1,0 \cdot 16 \cdot 1500 = 216 \text{ кг/ч}, \quad (3)$$

где $G_{\text{кк}}$ – производительность поточной линии по исходному рассыпному комбикорму, т/ч; v – удельный расход охлаждающего воздуха, м³/т.

Это количество влаги необходимо сконденсировать на поверхности охлаждающего элемента рабочей секции испарителя в виде «снеговой шубы», предельно допустимая толщина которой не должна превышать 15 мм. В процессе конденсации влаги отработанный воздух охлаждается до температуры 7 °С, что соответствует интервалу значений коэффициента теплопередачи от хладагента к воздуху через стенку охлаждающего элемента 3,8...5,0 Вт/м²·К. Микропроцессор переключает рабочую секцию испарителя с режима конденсации на режим регенерации, а резервную секцию с режима регенерации на режим конденсации при снижении коэффициента теплопередачи ниже заданного интервала значений (ниже 3,8 Вт/м²·К). Конденсат, образовавшийся при размораживании секции испарителя, работающей в режиме регенерации, используется для получения пара в парогенераторе.

На процесс гранулирования мелкой фракции в установившемся технологическом

режиме работы линии производства комбикормов в пресс-гранулятор подается насыщенный пар под давлением 0,2 МПа, что соответствует 120 °С и удельному объему пара 0,892 м³/кг. При норме удельного массового расхода пара 50 кг на 1 тонну мелкой фракции, составляющей 12 % от расхода рассыпного комбикорма, объемный расход пара составит 85,6 м³/ч.

Для размораживания секции испарителя, работающей в режиме регенерации, необходимо установить расход пара 100 м³/ч, тогда с учетом общего потребления пара на гранулирование в прессе-грануляторе и на размораживание резервной секции испарителя производительность парогенератора должна поддерживаться на уровне 190 м³/ч путем воздействия на мощность электронагревательных элементов парогенератора.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет не только обеспечить точность и надежность управления процессом приготовления комбикормов, но и создать условия для реализации безотходной технологии в непрерывном режиме эксплуатации основного и вспомогательного оборудования.

Дополнительные технологические приемы позволяют реализовать предлагаемую технологию как энергосберегающую и экологически безопасную. Обеспечивается охлаждение воздуха с применением парокомпрессионной холодильной машины в замкнутом контуре рециркуляции. При этом решается несколько задач: снижается окисление продукта кислородом воздуха (технологическая задача), устраняется выброс пылевидной фракции комбикорма с отработанным воздухом в атмосферу (экологическая задача), используется рекуперация теплоты конденсации хладагента в конденсаторе холодильной машины для нагрева жира или жировитаминной начинки (задача энергосбережения).

Реализация энергоэффективной технологии комбикормов как системы тепловых и механических процессов за счет точности и надежности управления технологическими параметрами позволяет повысить производительность линии на 15 % и стабилизировать температурный режим охлаждения смеси горячих гранул и рассыпного комбикорма в области заданных значений. При этом обеспечиваются необходимые структурно – механические показатели качества продукта перед измельчением; снижаются затраты электроэнергии на тонну вырабатываемого комбикорма выровненного гранулометрического состава на 10...15 %. Кроме этого

повышается питательность комбикорма, в частности, обменная энергия за счет ввода кормового жира; обеспечивается экологически чистая технология комбикорма выровненного гранулометрического состава.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шевцов А.А. Совершенствование теплотехнологических процессов в производстве комбикормов / А.А. Шевцов, Л.И. Лыткина, Е.С. Шенцова, Р.М. Маджидов; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж, 2007. – 188 с.

2 Лыткина Л.И. Техника и технология тепловых и механических процессов в задачах энергосбережения на комбикормовых заводах / Л.И. Лыткина, А.А. Шевцов, А.В. Дранников, А.И. Клейменов. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 304 с.

3 Шевцов А.А. Экспериментально-статистическая оценка точности и устойчивости теплотехнологической системы производства комбикормов и подход к ее развитию [Текст] / А.А. Шевцов, Л.И. Лыткина, Р.М. Маджидов, А.В. Пономарев, Л.В. Бугакова // Известия вузов. Технологии производства продуктов питания, 2008. - № 2 - 3. - С. 87 - 91.

4 Панфилов, В.А. Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока) [Текст] / В.А. Панфилов. – М.: Колос, 1993. – 288 с.

5 Шевцов, А.А. Эксергетический анализ технологии комбикормов выровненного гранулометрического состава [Текст] / А.А. Шевцов, Л.И. Лыткина, А.В. Пономарев, Р.М. Маджидов // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2009. – № 3, – С. 83 – 88.

6 Шевцов А.А. Энергосберегающие технологии комбикормов и система управления качеством [Текст] / А.А. Шевцов, Л.И. Лыткина, Р.М. Маджидов, И.Б. Чайкин // Известия вузов. Пищевая технология, 2008. - № 1. - С. 94 – 97.

7 Пат. № 2352185 РФ, МПК⁷ А 23 N 17/00. Способ управления процессом приготовления комбикорма [Текст] / А.А. Шевцов, Л.И. Лыткина, А.В. Дранников, Е.С. Шенцова, Р.М. Маджидов; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. технол. акад. – №2007143726 / 13; заявл. 26.11.2007; опубл. 20.04.2009, Бюл. № 11.

8 Пат. № 2363235 РФ, МПК⁷ А 23 К 1/00. Способ управления процессом приготовления комбикормов [Текст] / А.А. Шевцов, Е.С. Шенцова, А.В. Дранников, Л.И. Лыткина, А.В. Пономарев; - заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. технол. акад. - № 2008114776/13; заявл. 15.04.2008; опубл. 10.08.2009, Бюл. № 22.

REFERENCES

- 1 Shevtsov A.A. Improving teplotekhnologicheskikh processes in feed production / A.A. Shevtsov, L.I. Lytkina, E.S. Shentsova, R.M. Madjidov; Voronezh. State. tehnol. Acad. - Voronezh, 2007. - 188.
- 2 Lytkina L.I. Technique and technology of thermal and mechanical processes in problems of energy saving feed mills / L.I. Lytkina A.A. Shevtsov, A.V. Drannikov, A.I. Kleimenov. - Voronezh: VSTA 2011. - 304.].
- 3 Shevtsov A.A. Experimental and statistical evaluation of the accuracy and stability of the system teplotekhnologicheskoy feed production and the approach to its development [Text] / A.A. Shevtsov, L.I. Lytkina R.M. Majidov A.V. Ponomarev, L.V. Bugakova //Proceedings of the universities. Food Technology, 2008. - № 2 - 3. - S. 87 - 91.
- 4 Panfilov, V.A. Process lines of food production (theory of the process stream) [Text] / V.A. Panfilov. - Moscow: Kolos, 1993 . - 288
- 5 Shevtsov, A.A. Exergy analysis technology fodder aligned particle size distribution [Text] / A.A. Shevtsov, L.I. Lytkina, A.V. Ponomarev, R.M. Madjidov / / Math. universities. Food technology . - 2009 . - № 3 - S. 83 - 88.
- 6 Shevtsov A.A. Energy-saving technologies and fodder quality management system [Text] / A.A. Shevtsov, L.I. Lytkina, R.M. Majidov, I.B. Chaykin // Proceedings of the universities . Food Technology , 2008 . - № 1. - S. 94 - 97.
- 7 Pat . Number 2352185 RF MPK7 A 23 N 17/00 . Control method of the preparation of feed [Text] / A.A. Shevtsov, L.I. Lytkina, A.V. Drannikov, E.S. Shentsova, R.M. Madjidov; applicant and patentoobladatel Voronezh State. tehnol. Acad. - № 2007143726 /13; appl . 26.11.2007 , publ . 20.04.2009 , Bull . Number 11.
- 8 Pat. Number 2363235 RF MPK7 A 23 K 1/00 . Control method of the preparation of mixed fodders [Text] / A.A. Shevtsov, E.S. Shentsova, A.V. Drannikov, L.I. Lytkina, A.V. Ponomarev - applicant and patentee Voronezh. State. tehnol. Acad. - № 2008114776/13; appl. 15.04.2008, publ. 10.08.2009, Bull. Number 22.

УДК 532.135:532.5

Профессор В.Н. Колодежнов
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра физики, тел. (473) 255-55-57

Анализ основных схем сдвигового поступательного течения жидкости, демонстрирующей проявление эффекта “отвердевания”, в зазоре между коаксиальными цилиндрами

Проведен анализ пяти основных схем поступательного течения жидкости, демонстрирующей проявление эффекта “отвердевания”, в зазоре между коаксиальными цилиндрами.

The analysis of the five major schemes of the forward flow of fluid, demonstrating the effect of “solidification”, in the clearance between coaxial cylinders is carried out.

Ключевые слова: реологическая модель, неньютоновская жидкость, эффект “отвердевания”

Ряд экспериментальных данных указывает на то, что некоторые суспензии на основе мелкодисперсных частиц проявляют аномальное реологическое поведение [1-4]. Основной особенностью такой аномалии является то, что в зависимости от диапазона изменения величины скорости сдвига кривые течения для таких сплошных сред демонстрируют два участка (или две ветви) с различным характером изменения эффективной вязкости. На первом участке эффективная вязкость снижается до некоторого минимального значения, а на втором – возрастает. При этом приближение скорости сдвига к некоторому максимальному по модулю значению приводит к резкому увеличению крутизны кривой течения, что может быть интерпретировано как проявление эффекта “отвердевания” жидкости.

В [5] была предложена реологическая модель суспензий мелкодисперсных частиц, демонстрирующих проявление эффекта “отвердевания”. В данной работе проводится анализ реализации возможных схем поступательного сдвигового течения таких сплошных сред в зазоре между двумя коаксиальными цилиндрами.

Далее представлена математическая модель сдвигового поступательного течения в зазоре между двумя коаксиальными цилиндрами. Будем предполагать, что внешний цилиндр радиуса R_2 остается неподвижным, а внутренний, соответственно, радиуса R_1 – движется в установившемся режиме с некоторой скоростью V вдоль своей оси под действием приложенного к нему внешнего усилия F . В данном случае под F будем понимать силу в расчете на единицу длины внутреннего цилиндра.

Согласно реологической модели из [5], зависимость эффективной вязкости $\mu(\dot{\gamma})$ от скорости сдвига $\dot{\gamma}$ имеет две ветви. Тогда область течения в общем случае можно подразделять на две зоны. При этом первой зоной будем считать ту часть области течения (зазора между цилиндрами), в которой реализуется первая ветвь зависимости $\mu(\dot{\gamma})$, характеризующая псевдопластическим поведением жидкости. Второй же зоной, соответственно, другую часть области течения, где реализуется вторая ветвь зависимости $\mu(\dot{\gamma})$ с дилатантным поведением. Это означает, что распределение скорости жидкости $u(r)$ в зависимости от радиальной координаты r удобно искать в виде:

$$u'(r') = \begin{cases} u^{(1)}(r'); & |\dot{\gamma}'| \leq \dot{\gamma}'_1; \\ u^{(2)}(r'); & \dot{\gamma}'_1 \leq |\dot{\gamma}'| \leq 1; \end{cases} \quad (1)$$

$$u' = \frac{u}{u_s}; \quad u_s = R_1 \cdot \dot{\gamma}_2; \quad \dot{\gamma}' = \frac{\dot{\gamma}}{\dot{\gamma}_2} = \frac{du'}{dr'};$$

$$\dot{\gamma}'_1 = \frac{\dot{\gamma}_1}{\dot{\gamma}_2}; \quad 0 < \dot{\gamma}' < 1; \quad r' = \frac{r}{R_1},$$

где u_s - принимаемое в качестве масштабного значение скорости; $\dot{\gamma}_1$ - пороговое значение модуля скорости сдвига, определяющее границу между первой и второй ветвью зависимости $\mu(\dot{\gamma})$; $\dot{\gamma}_2$ - критическое значение модуля скорости сдвига, при приближении к которому начинает проявляться эффект "отвердевания".

В приведенных выше соотношениях и далее верхним штрихом отмечены безразмерные величины, а верхний числовой индекс в скобках относит соответствующие величины к первой ($i=1$) и второй ($i=2$) зонам течения.

С учетом (1), уравнение (2) динамики жидкости [6] для определения скорости и вытекающие из реологической модели [5] основные соотношения (3), (4) в безразмерной форме записи принимают вид:

$$\frac{d}{dr'}(r' \cdot \tau_{rz}^{(i)}) = 0; \quad i=1, 2; \quad (2)$$

$$\tau_{rz}^{(1)} = -\frac{|\dot{\gamma}'^{(1)}|^{n_1}}{(1+B) \cdot \dot{\gamma}'_1^{n_1}}; \quad (3)$$

$$\tau_{r\theta}^{(2)} = -\frac{1}{(1+B)} \cdot \left\{ 1 + B \cdot 1 - \left(\frac{1 - |\dot{\gamma}'^{(2)}|}{1 - \dot{\gamma}'_1} \right)^{n_2} \right\}; \quad (4)$$

$$\dot{\gamma}'^{(i)} = \frac{du^{(i)}}{dr'} < 0; \quad \tau_{rz}^{(i)} = \frac{\tau_{r\theta}^{(i)}}{\tau_2}; \quad i=1, 2;$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot K_1 \cdot \dot{\gamma}_1^{n_1-1} \cdot (\dot{\gamma}_2 - \dot{\gamma}_1)}{(\tau_2 - K_1 \cdot \dot{\gamma}_1^{n_1})}; \quad B = \frac{\tau_2}{K_1 \cdot \dot{\gamma}_1^{n_1}} - 1;$$

где $\tau_{r\theta}$ - касательное напряжение; n_2 , B - принятые для краткости записи промежуточные параметры; K_1 , n_1 , τ_2 - эмпирические константы реологической модели [5].

При этом в безразмерной форме внешнее силовое воздействие на внутренний цилиндр будем определять величиной

$$F' = \frac{F}{2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot \tau_2}.$$

Анализируя уравнения (2) – (3) с учетом предполагаемого вида (1) распределения скорости

жидкости в зазоре, можно показать, что в зависимости от исходных параметров системы и прикладываемого внешнего усилия возможна реализация пяти различных схем течения.

Рассмотрим теперь на уровне постановки задач эти основные схемы течения.

Произведем постановку задачи для первой схемы течения. При достаточно малых значениях F можно ожидать выполнения условия $|\dot{\gamma}'(r')| < \dot{\gamma}'_1$; для $r' \in [1; R'_2]$. Это, с учетом особенностей используемой реологической модели [5], означает, что в зазоре между цилиндрами будет реализована схема течения с традиционным степенным законом вязкости (рисунок 1). При этом весь зазор будет "заполнен" лишь одной первой зоной. На рисунке 1 и следующих рисунках номера зон отмечены соответствующими цифрами.

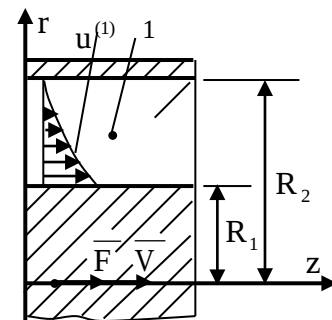


Рисунок 1 - Первая схема течения в зазоре.

Распределение скорости в зазоре должно определяться из решения системы уравнений (2), (3) с учетом граничных условий:

$$r' = 1; \quad \tau_{rz}^{(1)} = -F';$$

$$r' = R'_2; \quad u^{(1)} = 0.$$

Такая схема (назовем ее первой схемой) течения будет иметь место до тех пор, пока приложенное усилие F' не достигнет некоторого порогового значения $F'_1 = (1+B)^{-1}$, при котором на поверхности внутреннего цилиндра скорость сдвига по модулю примет значение $|\dot{\gamma}'(1)| = \dot{\gamma}'_1$.

Далее произведем постановку задачи для второй схемы течения. При дальнейшем увеличении прикладываемого усилия ($F' > F'_1$) в окрестности поверхности внутреннего цилиндра начнет формироваться вторая зона течения, внутри которой будет реализовываться вторая ветвь зависимости эффективной вязкости $\mu(\dot{\gamma})$ от скорости сдвига. При этом можно предположить, что граница раздела между первой и второй зонами течения будет пред-

ставлять собой цилиндрическую поверхность неизвестного заранее радиуса $R'_{\mu 2} = R_{\mu 2} / R_2$. Такой вариант будем называть второй схемой течения (рисунок 2).

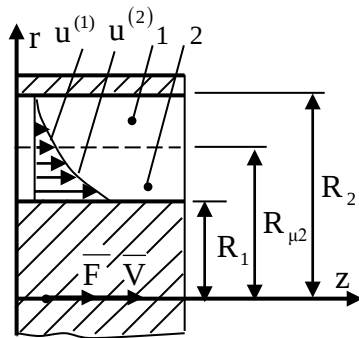


Рисунок 2 - Вторая схема течения в зазоре.

В этом случае распределение скорости в зазоре должно определяться из решения системы уравнений (2) - (4) с учетом следующих граничных условий:

$$r' = 1; \quad \tau'_{rz}^{(2)} = -F';$$

$$r' = R'_{\mu 2}; \quad u^{(1)} = u^{(2)}; \quad \dot{\gamma}'^{(1)} = \dot{\gamma}'^{(2)} = -\dot{\gamma}'_1;$$

$$r' = R'_2; \quad u^{(1)} = 0.$$

В ходе решения такой задачи было показано, что:

$$R'_{\mu 2} = (1 + B) \cdot F'. \quad (5)$$

Дальнейшее увеличение приложенного внешнего усилия в зависимости от исходных параметров может приводить еще к двум различным схемам течения.

Осуществим постановку задачи для третьей схемы течения. Пусть при некотором значении $F' = F'_2 > F'_1$ модуль скорости сдвига на поверхности внутреннего цилиндра достигает значения $|\dot{\gamma}'^{(2)}(1)| = 1$ при одновременном выполнении на поверхности внешнего цилиндра условия $|\dot{\gamma}'^{(1)}(R'_2)| < \dot{\gamma}'_1$. Это означает, что дальнейшее увеличение прикладываемого усилия ($F' > F'_2$) будет приводить к формированию в окрестности внутреннего цилиндра третьей зоны, заполненной материалом “отвердевшей” жидкости. При этом естественно, что $F'_2 = 1$. Здесь предполагаем, что третья зона “отвердевшей” жидкости будет двигаться поступательно вместе с внутренним цилиндром подобно единому твердому телу. Такой вариант будем называть третьей схемой течения (рисунок 3). Можно ожидать, что граница раздела между третьей и второй зонами будет пред-

ставлять собой цилиндрическую поверхность неизвестного заранее радиуса $R'_{\mu 1} = R_{\mu 1} / R_1$.

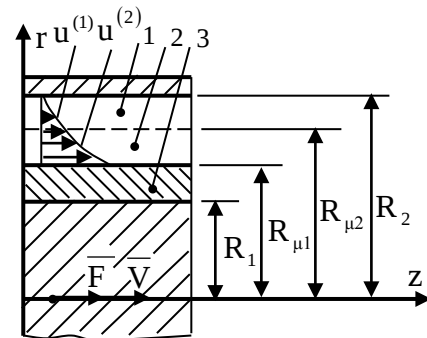


Рисунок 3 - Третья схема течения в зазоре.

Для такой схемы распределение скорости в зазоре определяется из решения системы уравнений (2) - (4) с учетом граничных условий:

$$r' = R'_{\mu 1}; \quad \tau'_{rz}^{(2)} = -1;$$

$$r' = R'_{\mu 2}; \quad u^{(1)} = u^{(2)}; \quad \dot{\gamma}'^{(1)} = \dot{\gamma}'^{(2)} = -\dot{\gamma}'_1;$$

$$r' = R'_2; \quad u^{(1)} = 0.$$

В ходе решения было показано, что граница раздела первой и второй зон течения здесь по-прежнему находится из (5), а внешняя граница третьей зоны “отвердевшей” жидкости определяется из выражения:

$$R'_{\mu 1} = F'. \quad (6)$$

Третья схема течения по мере увеличения F' будет существовать до еще одного порогового значения $F' = F'_3 > F'_2 > F'_1$, при котором в первой зоне течения на границе с внешним цилиндром модуль скорости сдвига не достигнет значения $|\dot{\gamma}'^{(1)}(R'_2)| = \dot{\gamma}'_1$. Это условие будет означать, что выполняется условие $R'_{\mu 2} = R'_2$ и первая зона течения, фактически, исчезает.

В ходе решения задачи для третьей схемы течения было показано, что $F'_3 = R'_2 \cdot (1 + B)^{-1}$ при условии выполнения неравенства $1 < R'_2 \cdot (1 + B)^{-1}$.

Дальнейшее увеличение прикладываемого усилия ($F' > F'_3$) будет приводить к расширению третьей зоны “отвердевшей” жидкости и, соответственно, сокращению оставшейся теперь единственной второй зоны течения. Такой вариант будем называть пятой схемой течения (рисунок 5).

Произведем постановку задачи для четвертой схемы течения. Возвратимся снова ко второй схеме течения (рисунок 2). При определенных условиях эта, описанная уже выше

схема течения, может по мере увеличения прикладываемого усилия F' трансформироваться и в другую, отличную от третьей, схему течения. Действительно, пусть при некотором значении $F' = F'_4 > F'_1$ на поверхности внешнего цилиндра окажется выполненным соотношение $|\dot{\gamma}'^{(1)}(R'_2)| = \dot{\gamma}'_1$ при одновременном выполнении на поверхности внутреннего цилиндра условия $|\dot{\gamma}'^{(2)}(1)| < 1$. Это означает, что оказывается выполненным условие $R'_{\mu 2} = R'_2$ и первая зона течения исчезает. Тогда дальнейшее увеличение прикладываемого усилия ($F' > F'_4$) будет приводить к очередному варианту, который будем называть четвертой схемой течения (рисунок 4).

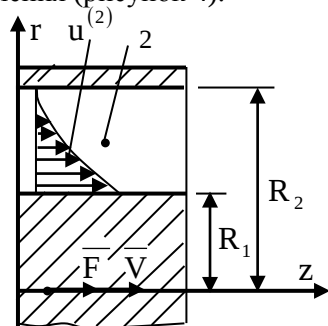


Рисунок 4 - Четвертая схема течения в зазоре.

В этом случае распределение скорости в зазоре должно определяться из решения системы уравнений (2), (4) с учетом следующих граничных условий:

$$\begin{aligned} r' &= 1; \quad \tau'_{rz} = -F'_1; \\ r' &= R'_2; \quad u^{(2)} = 0. \end{aligned}$$

Эта схема течения будет существовать по мере возрастания усилия до некоторого значения $F' = F'_5 > F'_4 > F'_1$, при котором на поверхности внутреннего цилиндра окажется выполненным условие $|\dot{\gamma}'^{(2)}(1)| = 1$.

В ходе решения этой задачи было показано, что $F'_4 = R'_2 \cdot (1+B)^{-1}$; $F'_5 = 1$ при условии выполнения неравенства $R'_2 \cdot (1+B)^{-1} < 1$.

Продолжение увеличения усилия ($F' > F'_5$) приведет к формированию в окрестности поверхности внутреннего цилиндра третьей зоны “отвердевшей” жидкости при одновременном существовании второй зоны течения, что, опять же, будет представлять собой пятую схему (рисунок 5), в которую должна трансформироваться и третья схема течения

Далее произведем постановку задачи для пятой схемы течения. Как было показано выше, к пятой схеме (рисунок 5) трансформируются и третья, и четвертая схемы течения.

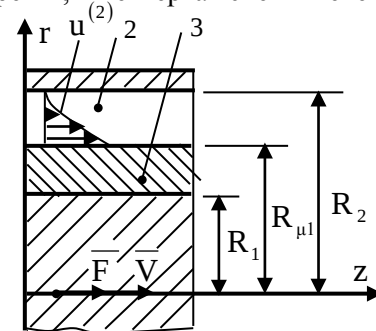


Рисунок 5 - Пятая схема течения в зазоре.

В рамках пятой схемы течения распределение скорости в зазоре должно определяться из решения системы уравнений (2), (4) с учетом следующих граничных условий:

$$\begin{aligned} r' &= R'_{\mu 1}; \quad \tau'_{rz} = -1; \\ r' &= R'_2; \quad u^{(2)} = 0. \end{aligned}$$

Здесь радиус внешней границы третьей зоны “отвердевшей” жидкости по-прежнему определяется из соотношения (6).

Дальнейшее увеличение прикладываемого усилия применительно к пятой схеме течения будет приводить к расширению третьей зоны “отвердевшей” жидкости и сужению второй зоны течения. По-видимому, такая схема течения будет существовать до тех пор, пока внешнее усилие не достигнет некоторого предельного для рассматриваемой задачи значения:

$$F' = F'_6 = R'_2, \quad (7)$$

при котором вторая зона течения полностью “исчезнет” ($\dot{\gamma}'^{(2)}(R'_2) = -1$ и $R'_{\mu 1} = R'_2$), а следовательно, весь зазор между цилиндрами окажется заполненным “отвердевшей” жидкостью.

В качестве примера приведем результаты определения поля скоростей для второй схемы, соответственно, для первой и второй зон течения:

$$\begin{aligned} u^{(1)}(r') &= \frac{n_1 \cdot \dot{\gamma}'_1}{(1-n_1)} \cdot (R'_{\mu 2})^{\frac{1}{n_1}} \cdot \left((r')^{\frac{n_1-1}{n_1}} - (R'_2)^{\frac{n_1-1}{n_1}} \right); \\ u^{(2)}(r') &= (R'_{\mu 2} - r') - \\ &- (1 - \dot{\gamma}'_1) \cdot \int_{r'}^{R'_{\mu 2}} \left\{ 1 - \frac{1}{B} \cdot \left(\frac{R'_{\mu 2}}{r'} - 1 \right) \right\}^{\frac{1}{n_2}} \cdot dr' + \\ &+ \frac{n_1 \cdot \dot{\gamma}'_1}{(1-n_1)} \cdot (R'_{\mu 2})^{\frac{1}{n_1}} \cdot \left((R'_{\mu 2})^{\frac{n_1-1}{n_1}} - (R'_2)^{\frac{n_1-1}{n_1}} \right); \end{aligned}$$

При этом скорость установившегося движения внутреннего цилиндра находится из соотношения $V' = \frac{V}{u_s} = u'^{(2)}(1)$.

Результаты решения по определению распределения скорости в зазоре для других схем течения здесь не приводятся в силу громоздкости формы их записи. Вместе с тем они могут быть без больших затруднений получены двукратным интегрированием в ходе решения системы уравнений (2)-(3) с учетом соответствующих (приведенных выше для каждой схемы течения в отдельности) граничных условий.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 12-08-00629.

Полученные результаты могут быть использованы при моделировании течения рабочих сред, демонстрирующих проявление эффекта “отвердевания”, в проточных элементах технологического оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1 Jae-Hyun So Microstructure evolution and rheological responses of hard suspensions [Text] / Jae-Hyun So, Seung-Man Yong, Jae Chun Hyun // Chemical Engineering Science. - 2001. - V. 56. - P. 2967 – 2977.

2 Lee, Y. S. Dynamic properties of shear thickening colloidal suspensions [Text] // Y.S. Lee, N.J. Wagner // Rheological Acta. – 2003. - № 42(3). – P. 199-208.

3 Wetzel, E.D. The Effect of Rheological Parameters on the Ballistic Properties of Shear Thickening Fluid (STF)-Kevlar Composites [Text] / E.D. Wetzel, Y.S. Lee, R.G. Egres Jr., K.M. Kirkwood et al // Proceedings of the 8th International Conference on Numerical Methods in Industrial Forming Processes, Columbus, OH, June 13-17, 2004.

4 Lee, Y.S. Rheological Properties and Small – Angle Neutron Scattering of Shear Thickening, Nanoparticle Dispersion at High Shear Rates [Text] / Y.S. Lee, N.J. Wagner // Ind. Eng. Chem. Res. – 2006. - V. 45. - № 21. - P. 7015 – 7024.

5 Колодежнов, В. Н. Математическое моделирование реологического поведения нелинейно-вязких жидкостей, которые демонстрируют проявление эффекта “отвердевания” [Текст] / В.Н.Колодежнов // Вестник ВГУИТ. - 2012. - № 4. - С. 35-38.

6 Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа [Текст] / Л.Г. Лойцянский. –М.: Наука, 1973. - 848 с.

REFERENCES

1 Jae-Hyun So Microstructure evolution and rheological responses of hard suspensions [Text] / Jae-Hyun So, Seung-Man Yong, Jae Chun Hyun // Chemical Engineering Science. - 2001. - V. 56. - P. 2967 – 2977.

2 Lee, Y.S. Dynamic properties of shear thickening colloidal suspensions [Text] // Y.S. Lee, N.J. Wagner // Rheological Acta. – 2003. - № 42(3). – P. 199-208.

3 Wetzel, E.D. The Effect of Rheological Parameters on the Ballistic Properties of Shear Thickening Fluid (STF)-Kevlar Composites [Text] / E.D. Wetzel, Y.S. Lee, R.G. Egres Jr., K.M. Kirkwood et al // Proceedings of the 8th International Conference on Numerical Methods in Industrial Forming Processes, Columbus, OH, June 13-17, 2004.

4 Lee, Y.S. Rheological Properties and Small – Angle Neutron Scattering of Shear Thickening, Nanoparticle Dispersion at High Shear Rates [Text] / Y.S. Lee, N.J. Wagner // Ind. Eng. Chem. Res. – 2006. - V. 45. - № 21. - P. 7015 – 7024.

5 Kolodezhnov, V.N. Mathematical modeling of the rheological behavior of nonlinear-viscous liquids, which show a manifestation of the "hardening" [Text] / V.N. Kolodezhnov // Bulletin of VSUET. - 2012. - № 4. - P. 35-38.

6 Loitsyansky, L.G. Fluid and gas mechanics [Text] / L.G. Loitsyansky. -M. Nauka, 1973. - 848 p.

Профессор С.Т. Антипов, доцент В.Ю. Овсянников,
аспирант М.С. Бабенко

(Воронеж.гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств,
тел. (473) 255-38-96

профессор А.В. Жучков

(Воронеж.гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов химических производств,
тел. (473) 249-91-13

Математическое моделирование процесса инфракрасной пастеризации молока

На основании модельного представления процесса пастеризации молока инфракрасным излучением получены закономерности изменения температур продукта в зоне нагрева с учетом тепловых потоков различной природы, а также изменение основных рабочих характеристик кварцевого излучателя в процессе работы.

Based on the model representation of the process of pasteurization of milk infrared patterns of change in temperature of the product in the heating zone with the heat flows of different nature were obtained. The changes in the basic performance of the quartz oscillator during operation were also obtained.

Ключевые слова: инфракрасное излучение, пастеризация, кинетические закономерности, молоко.

В настоящее время уделяется повышенное внимание качеству тепловой обработки молока в условиях малых хозяйств и молочных ферм, зависящему от способов и режимов воздействия на исходное сырье, а также затратам энергии, необходимым на реализацию указанного процесса.

Модельное представление влияния условий термической обработки молока в установке инфракрасной (ИК) пастеризации на характер получения продукта с заданными показателями качества позволяет глубже понять и оценить основные физические закономерности протекания данного процесса.

Рассматривается нагревательный элемент для молока, состоящий из ряда последовательно соединенных кварцевых сферических колб, на наружной поверхности которых нанесен металлический токонесущий слой.

Нагревание молока осуществляется за счет пропускания электрического тока через токонесущий слой.

Поскольку линейное сопротивление токонесущего слоя (на единицу длины накала) в узкой части больше, чем в широкой, тепловыделение и температура токонесущего слоя в узкой части также будет больше, чем в широкой, поэтому нагревание молока при прохождении через нагревательный элемент осуществляется в осциллирующем режиме, что обеспечивает максимальную сохранность термолабильных веществ, содержащихся в молоке [1].

Кроме того, в каналах переменного сечения коэффициент теплоотдачи к жидкости в 1,5-2 раза больше, чем в канале постоянного сечения [2], что позволяет выполнить конструкцию более компактной.

В каждой колбе происходит циркуляционное перемешивание молока, что приводит к дополнительному увеличению коэффициента теплоотдачи в узкой зоне соединения колб, а также более равномерному инфракрасному облучению молока.

Рассмотрим процесс нагревания молока в отдельном шарообразном нагревательном элементе (рисунок 1).

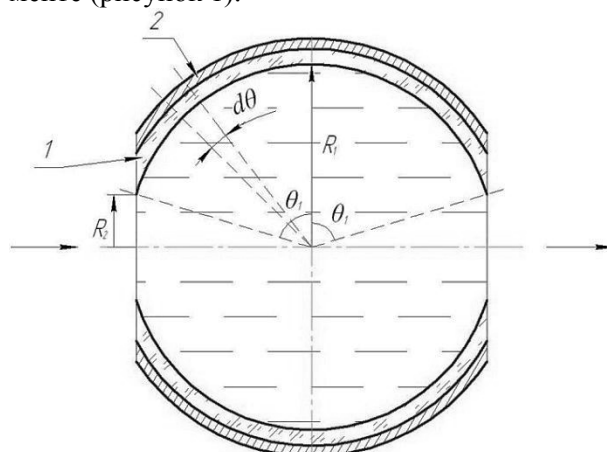


Рисунок 1 - Секция нагревательного элемента:
1 – кварцевая шарообразная оболочка; 2 – токонесущий слой

Задачу рассматриваем в сферической системе координат. Полагая задачу осесимметричной, а также полагая малое повышение температуры в каждой секции (не более 3-5°C), можно считать, что температура токонесущего слоя зависит только от угла θ . Предельные значения этого угла:

$$\theta_1 = \arccos\left(\frac{R_2}{R_1}\right), \quad (1)$$

где R_1 – внутренний радиус нагревательного элемента; R_2 – радиус соединительного отверстия.

Выделим кольцевой элемент токонесущего слоя $d\theta$ (рисунок 1) и определим его электрическое сопротивление в рабочих условиях:

$$dR_{\theta} = \rho_{\theta} \cdot [1 + \alpha_R(T - T_0)] \cdot \frac{R_1 \cdot d\theta}{R_1 \cdot \cos \theta \cdot \delta_{\theta}}, \quad (2)$$

где ρ_{θ} – удельное электрическое сопротивление токонесущего слоя при температуре T_0 ; α_R – температурный коэффициент сопротивления токонесущего слоя; T – рабочая температура токонесущего слоя; δ_{θ} – толщина токонесущего слоя.

Мощность электрического тока в элементе $d\theta$:

$$dN = I^2 dR_{\theta}, \quad (3)$$

где I – величина тока.

С учетом (2) получим:

$$dN = A \cdot [1 + \alpha_R(T - T_0)] \frac{d\theta}{\cos(\theta)}, \quad (4)$$

$$\text{где } A = \frac{I^2 \cdot \rho_{\theta}}{\delta_{\theta}} \quad (5)$$

В соответствии с определением, величина A равна мощности тока в токонесущем слое толщиной δ_{θ} , длина и ширина которого составляют по 1 метру при температуре T_0 . В дальнейшем эту величину будем называть приведенной мощностью.

Поскольку при эксплуатации пастеризатора мощность тока N известна (измеряется приборами), величина A может быть определена из условия нормировки:

$$N = \int_{-\theta_1}^{\theta_1} A [1 + \alpha_R(T - T_0)] \frac{d\theta}{\cos \theta}, \quad (6)$$

$$A = \frac{N}{\int_{-\theta_1}^{\theta_1} [1 + \alpha_R(T - T_0)] \frac{d\theta}{\cos \theta}}, \quad (7)$$

Если электросопротивление токонесущего слоя не зависит от температуры ($\alpha_R = 0$), то из (7) следует:

$$A = \frac{N}{\ln \frac{1 + \sin \theta_1}{1 - \sin \theta_1}}, \quad (8)$$

В противном случае интеграл в знаменателе (7) определяется письменно после определения распределения температуры токонесущего слоя $T(\theta)$.

Уравнение теплового баланса для элемента токонесущего слоя $d\theta$ имеет вид:

$$dN = [\alpha_{\theta} (T - T_{\theta 0}) + \sigma \varepsilon_{\theta} (T^4 - T_{\theta 0}^4) + k_m (T - T_m) + \sigma \varepsilon_m (T - T_m^4)] \cdot dF, \quad (9)$$

где α_{θ} – коэффициент теплоотдачи от токонесущего слоя к воздуху; $T_{\theta 0}$ – абсолютная температура воздуха; σ – постоянная Стефана-Больцмана ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/м²К⁴); ε_{θ} – степень черноты токонесущего слоя со стороны воздуха; $k_m = \frac{1}{\frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_m}}$ – коэффициент теплопередачи на участке «токонесущий слой - молоко»; δ_c – толщина стенки колбы; λ_c – коэффициент теплопроводности материала колбы; α_m – коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности колбы к молоку; ε_m – степень черноты токонесущего слоя со стороны молока; T_m – абсолютная температура молока.

$$dF = 2\pi R_1^2 \cos \theta d\theta, \quad (10)$$

здесь dF – элементарная площадь участка.

Приравнявая (4) и (9) с учетом (10), получим:

$$A \cdot \frac{[1 + \alpha_R(T - T_0)]}{\cos(\theta)} d\theta = [\alpha_{\theta} (T - T_{\theta 0}) + \sigma \varepsilon_{\theta} (T^4 - T_{\theta 0}^4) + k_m (T - T_m) + \sigma \varepsilon_m (T - T_m^4)] \cdot 2\pi R_1^2 \cos \theta d\theta, \quad (11)$$

или после преобразований:

$$\frac{A \cdot [1 + \alpha_R(T - T_0)]}{2\pi R_1^2 \cos^2(\theta)} d\theta = \alpha_{\theta} (T - T_{\theta 0}) + \sigma \varepsilon_{\theta} (T^4 - T_{\theta 0}^4) + k_m (T - T_m) + \sigma \varepsilon_m (T - T_m^4), \quad (12)$$

Коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности колбы определяется в зависимости от режима течения молока [3].

При ламинарном режиме ($Re < 2300$):

$$Nu = 0,15 Re^{0,32} Pr^{0,33} (Gr Pr)^{0,1}, \quad (13)$$

При турбулентном ($Re > 2300$):

$$Nu = 0,021 Re^{0,8} Pr^{0,43}, \quad (14)$$

где $Nu = \frac{\alpha'_m \cdot d_{cp}}{\lambda_m}$ – число Нуссельта; α'_m – коэффициент теплоотдачи к молоку в трубе постоянного сечения; $d_{cp} = R_1 R_2$ – средний диаметр канала; λ_m – теплопроводность молока; $Re = \frac{v \cdot d_{cp}}{\nu_m}$ – число Рейнольдса для молока; $Pr = \frac{\nu_m \cdot c_m \cdot \rho_m}{\lambda_m}$ – число Прандтля для молока; c_m – теплоемкость молока; ρ_m – плотность молока; $Gr = \frac{g d_{cp}^3}{\nu_m^2} \beta_m (T_c - T_m)$ – число Грасгофа для молока; $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения; β_m – температурный коэффициент расширения молока; T_c – температура внутренней поверхности колбы.

Значение найденного коэффициента теплоотдачи α'_m корректируется с учетом волнообразного сечения канала:

$$\alpha_m = \varepsilon' \alpha'_m, \quad (15)$$

где $\varepsilon' = 1,5 \dots 2$ [2] – поправка, учитывающая дополнительную турбулизацию потока.

Суммарный тепловой поток от токонесущего слоя к молоку определяется выражением:

$$Q_m = \int_{-\theta_1}^{\theta_1} [k_m(T - T_m) + \sigma \varepsilon_m(T - T_m^4)] \cdot 2\pi R_1 \cos \theta d\theta, \quad (16)$$

Общее тепловыделение в токонесущем слое равно его электрической мощности. При заданной приведенной мощности A , электрическая мощность N равна:

$$N = A \cdot \int_{-\theta_1}^{\theta_1} \frac{1 + \alpha_R(T - T_0)}{\cos(\theta)} d\theta. \quad (17)$$

КПД нагревательного элемента:

$$\eta = \frac{Q_m}{N}. \quad (18)$$

Конечная температура молока на выходе из колбы

$$T_m'' = T_m' + \frac{Q_m}{c_m \sigma_m}. \quad (19)$$

Важнейшим параметром пастеризатора, определяющим качество продукта, является температура внутренней поверхности колбы T_c . При чрезмерно большом ее значении происходит пригорание молока, разложение термолабильных веществ.

Температура внутренней поверхности T_c определяется из условия теплового баланса для конвективных тепловых потоков:

$$k_m \cdot (T - T_m) = \alpha_m(T_c - T_m), \quad (20)$$

$$T_c = T_m + \frac{k_m(T - T_m)}{\alpha_m}. \quad (21)$$

Алгоритм машинного расчета процесса инфракрасной пастеризации молока реализуется следующим образом.

Определяются предельные значения угла θ_1 по формуле (1). Ориентировочное значение электрической мощности N определяется по формуле:

$$N = A \cdot \ln \frac{1 + \sin \theta_1}{1 - \sin \theta_1}. \quad (22)$$

Средний диаметр канала определяется по формуле:

$$d_{cp} = R_1 + R_2. \quad (23)$$

Средняя скорость молока определяется по формуле:

$$V = \frac{4G_m}{\pi d_{cp}^2 \rho_m}. \quad (24)$$

Число Рейнольдса для молока определяется по формуле:

$$Re = \frac{V d_{cp}}{\nu_m}. \quad (25)$$

Число Прандтля для молока определяется по формуле:

$$Pr = \frac{\nu_m \cdot c_m \cdot \rho_m}{\lambda_m}. \quad (26)$$

Коэффициент теплоотдачи вычисляется для ламинарного λ_l и турбулентного λ_m режимов.

Истинный коэффициент теплоотдачи выбирался в зависимости от числа Рейнольдса.

Непосредственное использование формулы (13) для расчета коэффициента теплоотдачи α_l не представляется возможным, поскольку в число Грасгофа входит неизвестная температура внутренней поверхности колбы T_c . Ее значение предварительно определялось численными решениями уравнения:

$$g = \lambda_l(T_c)(T_c - T_m'), \quad (27)$$

где $g \approx \frac{N}{F}$ – удельный тепловой поток; $F = 4\pi R_1^2 \cdot \sin \theta_1$ – площадь поверхности токонесущего слоя.

Коэффициент теплоотдачи при турбулентном режиме определяется непосредственно по формуле (14).

Окончательное значение коэффициента теплоотдачи определяется в зависимости от числа Рейнольдса:

$$\alpha'_m = \begin{cases} \alpha_l - \text{при } Re \leq 2300 \\ \alpha_m - \text{при } Re \geq 2300 \end{cases} \quad (28)$$

с последующей корректировкой по формуле (15).

Температура токонесущего слоя $T(\theta)$ определяется путем численного решения уравнения (12). При этом предварительно рассчитывается коэффициент теплоотдачи для участка «токонесущий слой - молоко» k_m по формуле:

$$k_m = \frac{1}{\frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\lambda_m}} \quad (29)$$

Численным интегрированием уравнения (17) определяется мощность тока N для заданной приведенной мощности A .

Определяется тепловой поток от токонесущего слоя к молоку численным интегрированием уравнения (16). По формулам (18), (19) определяются КПД нагревательных элементов пастеризатора и конечная температура молока при прохождении одной колбы.

Для оценки вкладов конвективной и лучистой формы передачи теплоты определяются удельный конвективный, лучистый и суммарный тепловой потоки к молоку:

$$q_{mk} = k_m(T - T_m), \quad (30)$$

$$q_{ml} = \sigma \varepsilon_m(T - T_m^4), \quad (31)$$

$$q_m = q_{mk} + q_{ml}. \quad (32)$$

Последней определяется температура внутренней поверхности колбы по формуле (21).

На рисунках 2, 3 приведены результаты моделирования пастеризатора молока при следующих значениях параметров: $R_1 = 0,04\text{м}$; $R_2 = 0,02\text{м}$; $\delta_c = 0,001\text{м}$; $\lambda_c = 2,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; $T_e = 293\text{К}$; $T'_m = 293\text{К}$; $\alpha_e = 10 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$; $\varepsilon_e = 0,1$; $\varepsilon_m = 0,9$; $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$; $\alpha_R = 0,25 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{К}}$ (покрытие из нихрома); $A = 1500\text{Вт}$; $G_m = 1 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$; $\rho_m = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; $c_m = 3900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$; $\lambda_m = 0,56 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; $v_m = 0,5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$; $\beta = 4,5 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{К}}$.

А также рассчитаны следующие важнейшие параметры: $\alpha_m = 10 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$; $k_m = 1397 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$; $N = 4150\text{Вт}$; $Q_m = 4116\text{Вт}$; $\eta = 0,992$; $T'_m = 294,1\text{К}$.

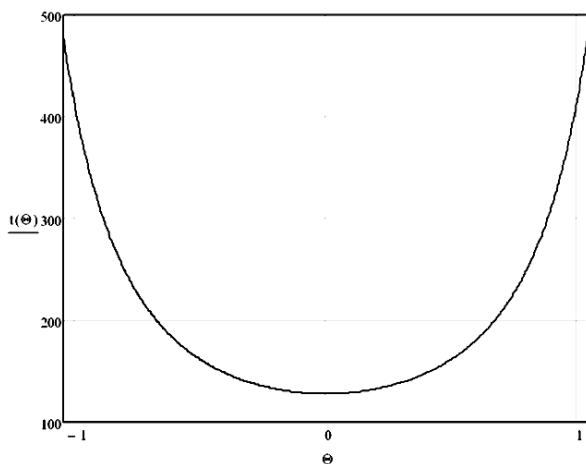


Рисунок 2 - Распределение температуры токонесущего слоя

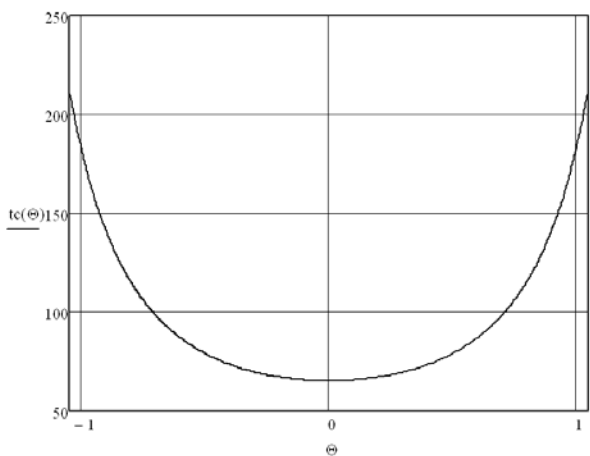


Рисунок 3 - Распределение температуры на внутренней поверхности колбы

С учетом того, что скорость молока здесь существенно выше, чем в широкой части, время высокотемпературного нагрева молока мало по сравнению с общим временем прохождения молока через колбу.

Увеличение мощности тока приводит к резкому увеличению температуры внутренней поверхности колбы. На рисунке 4 показано распределение t_c при $A = 3000\text{Вт}$ ($N = 8728\text{Вт}$). Остальные параметры неизменны.

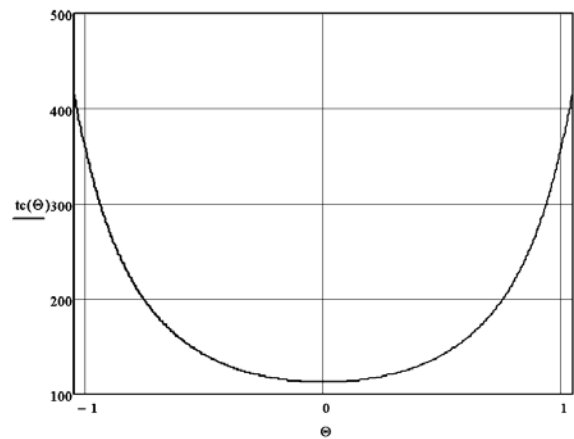


Рисунок 4 - Распределение температуры на внутренней поверхности колбы при $A = 3000\text{Вт}$ ($N = 8728\text{Вт}$)

Если режим течения в устройстве ламинарный, то температуры токонесущего слоя и внутренней поверхности колбы получаются недопустимо высокими, что вызовет пригорание и разложение термолабильных веществ.

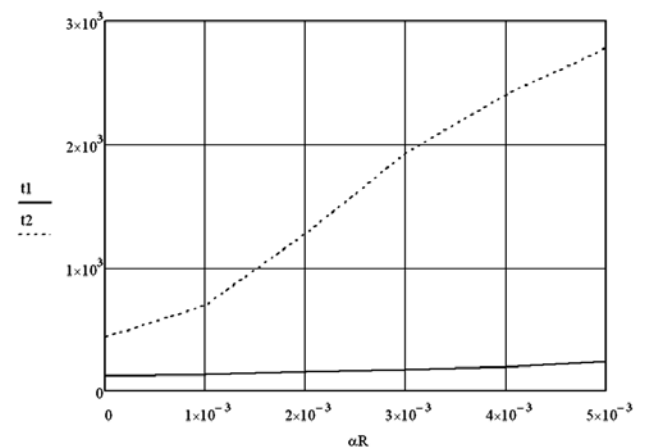


Рисунок 5 - Зависимость температуры токонесущего слоя от температурного коэффициента сопротивления материала

На температуру токонесущего слоя существенно влияет температурный коэффициент сопротивления материала. На рисунках 5 и 6 показаны соответствующие зависимости для токонесущего слоя и внутренней поверхности

колбы. Индекс 1 относится к наиболее широкой части колбы, индекс 2 – к наиболее узкой (входному сечению).

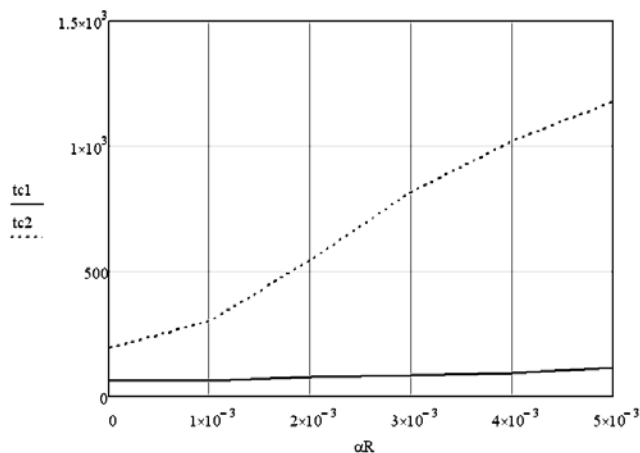


Рисунок 6 - Зависимость температуры внутренней поверхности колбы от температурного коэффициента сопротивления материала

При одинаковой электрической мощности температуры токонесущего слоя и внутренней поверхности колбы существенно зависят от материала токонесущего слоя, в то время как в широкой части они несколько уменьшаются.

Перегрев узкой части колбы можно предотвратить увеличением входного радиуса колбы R_2 . На рисунках 7 и 8 показаны зависимости температур от радиуса R_2 при $\alpha_R = 0,25 \cdot 10^{-3} \frac{1}{K}$, $N = 2000 \text{ Вт}$. Температуры во входном сечении t_2 и t_{c2} существенно уменьшаются при увеличении радиуса R_2 , а температуры t_1 и t_{c1} несколько увеличиваются. Таким образом, увеличение радиуса R_2 с одной стороны приводит к уменьшению максимальной температуры, с другой – к уменьшению амплитуды колебаний температуры нагревателя в осциллирующем процессе подогрева.

Результаты математического моделирования процесса пастеризации позволяют сделать следующие выводы.

Эффективная пастеризация молока возможна только при турбулентном режиме течения через нагревательные элементы пастеризатора. В случае ламинарного режима происходит чрезмерный перегрев нагревательных элементов и, как следствие, пригорание молока во входном сечении, разложение термолabile веществ.

При работе данного пастеризатора реализуется осциллирующий режим подогрева молока. Максимальная температура токонесущего

слоя и внутренней поверхности колбы наблюдается в наиболее узком (входном сечении), минимальная – в наиболее широком.

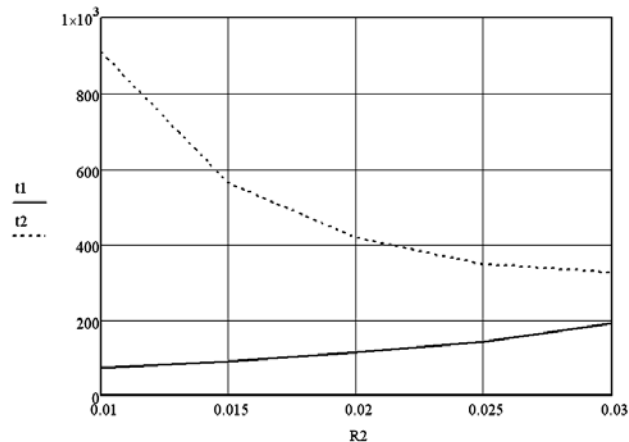


Рисунок 7 - Зависимость температуры токонесущего слоя от радиуса входного сечения

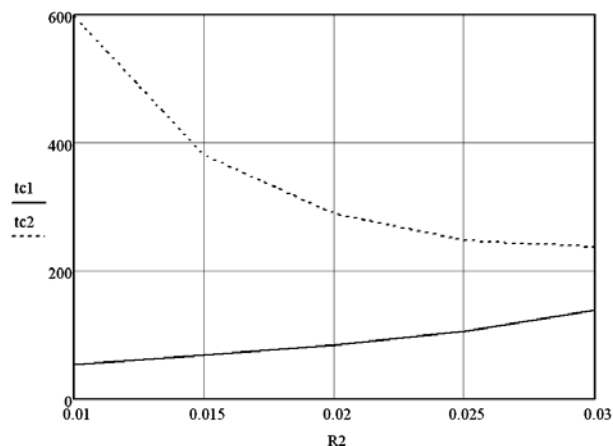


Рисунок 8 - Зависимость температуры внутренней поверхности колбы от радиуса входного сечения

Наличие циркуляционных контуров в колбах приводит к интенсивному перемешиванию молока, более равномерному ИК-облучению.

Максимальная температура в наиболее узком сечении пастеризатора зависит главным образом от электрической мощности тока, радиуса наиболее узкого сечения, температурного коэффициента сопротивления токонесущего слоя. Токонесущий слой желательно выполнять из материалов с малыми значениями температурного коэффициента сопротивления (манганин, нихром).

Амплитуда колебаний температуры токонесущего слоя и внутренней поверхности колбы зависит от соотношения радиусов R_1 и R_2 и может регулироваться их значениями в достаточно широких пределах.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Давидюк, В.В. Методика получения рациональных осциллирующих режимов обезвоживания пищевых продуктов [Текст] / В.В. Давидюк // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2004. - №1. - С. 244-251.
- 2 Коваленко, Л.М. Теплообменники с интенсификацией теплоотдачи [Текст] / Л.М. Коваленко, А.Ф. Глушков. - М.: Энергоатомиздат, 1986. – 240 с.
- 3 Исаченко, В.П. Теплопередача [Текст] / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.
- 4 Кухгинг, Х. Справочник по физике [Текст] / Х. Кухгинг. - М: Мир, 1989. – 520 с.

REFERENCES

- 1 Davidyuk, V.V. The method of obtaining rational oscillating modes of dehydration of foods [Text] / V.V. Davidyuk // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. – 2004. - №1. - P. 244-251.
- 2 Kovalenko, L.M. Exchanger with the intensification of heat exchangers [Text] / L.M. Kovalenko, A.F. Glushkov. – M.: Energoatomizdat, 1986. - 240 p.
3. Isachenko, V.P. Heat transfer [Text] / V.P. Isachenko, V.A. Osipova, A.S. Sukomel. – M.: Energoizdat, 1981. – 416 p.
- 4 Kuhging, H. Handbook on the Physics [Text] / H. Kuhging. – M.: Mir, 1989. – 520 p.

Профессор И.А. Авцинов, профессор В.К. Битюков,
аспирант Д.Ю. Маликов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра информационных и управляющих систем,
тел. (473) 255-38-75

Анализ специфических изделий и конструкций устройств для их манипулирования

Манипулирование штучными специфическими изделиями на устройствах с газовой несущей прослойкой

Manipulation piece specific products on devices with a gas bearing layer

Ключевые слова: специфические изделия, газовая несущая прослойка, рабочая поверхность, классификация устройств.

В различных отраслях промышленности таких, как пищевая, приборостроение и машиностроение, химическая, многоассортиментная (парфюмерная, косметологическая, фармацевтическая) и других возникает необходимость в снижении жесткого фрикционного контакта предмета производства с рабочими поверхностями технологического оборудования. Зачастую это связано со свойствами материала изделия или (и) с особенностями опорных поверхностей предмета производства. К специфике такого вида можно отнести:

1. материал изделия:

- с заниженными физико-механическими свойствами, например, хрупкость или ломкость;
- обладающий высокими фрикционными свойствами, например каучуки, эластомеры, для шлифовки, полировки, резки и т.д.;
- способный к прилипанию, т.е. обладающий высокими адгезионными свойствами;
- представляющий собой драгоценные камни и т.п. [2].

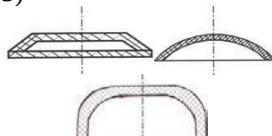
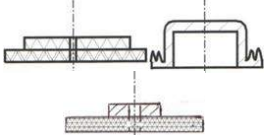
2. опорные поверхности изделия со следующими особенностями:

- высокая чистота обработки и зеркальные;
- с нанесенными (например, напылением) дорогостоящими материалами (золото, серебро и т.п.);
- требующие сушки (клеевые, крашенные и т.д.);
- завышенные требования (например, санитарно - гигиенические) к чистоте (лекарственные средства, пищевые штучные продукты, изделия микроэлектроники и т.п.);
- с нанесенным абразивным покрытием.

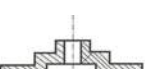
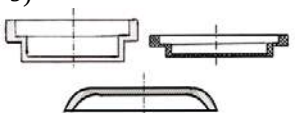
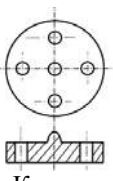
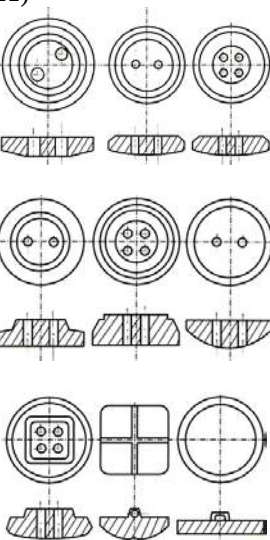
Кроме выше представленной специфики можно выделить и ряд геометрических особенностей выделяемой группы изделий. Наиболее характерным является симметричность относительно своей вертикальной оси.

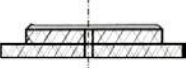
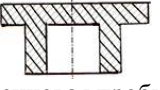
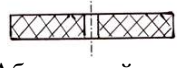
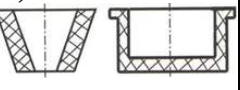
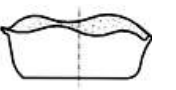
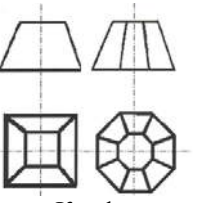
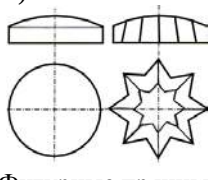
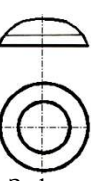
В таблице 1 показаны примеры некоторых специфических изделий различных отраслей промышленности.

Т а б л и ц а 1
Специфические типы изделий

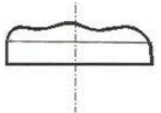
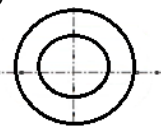
Специфические изделия	Вид специфики изделия	
	Особенности материала изделия	Особенности опорной поверхности
1)  Вогнутые, выпуклые линзы	Хрупкость, ломкость.	Чистота обработки.
2)  Потребительская тара	Хрупкость, ломкость.	Санитарные нормы.
3)  Защитные стекла	Хрупкость, ломкость.	Санитарные нормы.
4)  Зубчатые шестерни	Высокая чистота обработки.	—

Продолжение таблицы 1

5)  Таблетки, брикеты	Хрупкость, ломкость.	Санитарные нормы.
6)  Акварельные краски	Хрупкость, ломкость.	—
7)  Зеркала для медицинских приборов	Хрупкость, ломкость.	Чистота обработки.
8)  Сигнальная арматура	Хрупкость, ломкость.	—
9)  Защитно-декоративные корпуса высоковольтных приборов	Выполненные из дорогостоящих материалов или декора.	Санитарные нормы.
10)  Кнопка	—	Геометрические особенности.
11)  Пуговицы	Выполненные из дорогостоящих материалов или декора.	С нанесенными дорогостоящими материалами.
12)  Склеенные две половинки линз	Хрупкость, ломкость.	С нанесением клея.

13)  Хрупкое основание с графитовым покрытием	Хрупкость, ломкость.	Абразивное покрытие.
14)  Резиновая пробка	Высокая фрикционная.	—
15)  Абразивный круг	Высокая фрикционная.	—
16)  Фильтрующие элементы	Высокая фрикционная.	—
17)  Тестовая заготовка	Адгезия.	Санитарные нормы.
18)  Конфеты типа "Ассорти"	Адгезия.	Санитарные нормы.
19)  Фигурные пряники	Низкая прочность и жесткость.	Санитарные нормы.
20)  Зефир	Адгезия.	Санитарные нормы.

Окончание таблицы 1

21)  Пирожное, типа «Корзинка»	Хрупкость, ломкость.	С нанесением шоколада, крема.
22)  Круглое пирожное	Хрупкость, ломкость.	Санитарные нормы.

Практически все вышепредставленные виды варьируются в широком диапазоне как размеров (рисунок 1), так конфигураций самих изделий (рисунок 2) и их опорных поверхностей (рисунок 3).

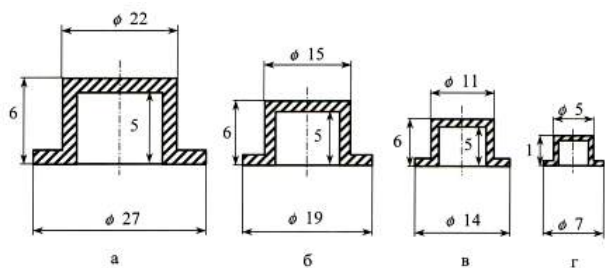


Рисунок 1 - Типоразмеры изделий

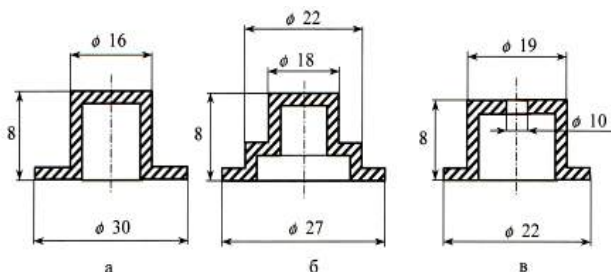


Рисунок 2 - Разновидности конфигураций, типов изделий

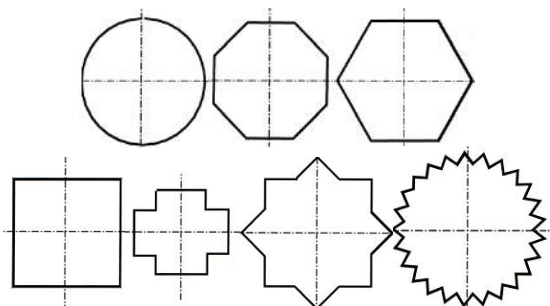


Рисунок 3 - Опорные поверхности изделий

Кроме того, анализ технологических операций показал, что возникают значительные сложности в манипулировании (например,

выбраковка) миниатюрных штучных изделий, имеющих сколы, сломы, выбоины, раковины (наружные и внутренние). Их характерные примеры представлены на рисунке 4.

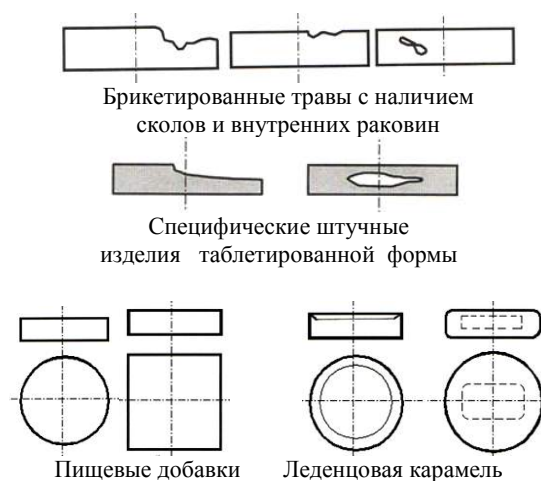


Рисунок 4 - Бракованные изделия или имеющие несимметричный вид.

На основании проведенного анализа изделий различных отраслей промышленности, представленных в таблице 1, удалось систематизировать большинство из них по конфигурации. Характерные типы специфических штучных изделий представлены на рисунке 5.

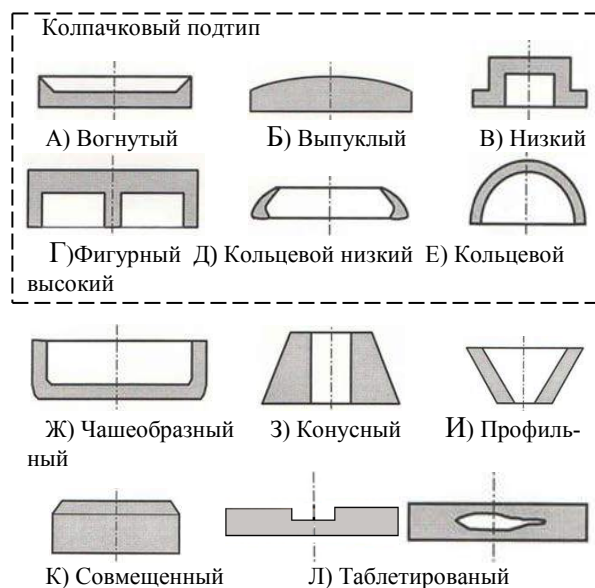


Рисунок 5 - Типы специфических штучных изделий

Анализ операций манипулирования (специфическими изделиями) в различных отраслях промышленности показал, что они реализуются в подавляющем большинстве в ручном режиме. В связи с вышесказанным

возникает необходимость в автоматизации операции манипулирования штучными миниатюрными специфическими изделиями.

Одним из путей реализации представленной задачи является создание автоматических устройств, обеспечивающих манипулирование большим разнообразием типоразмеров специфических изделий при снижении сухого механического трения между предметом производства и несущими частями технического оборудования.

Перспективным направлением является разработка устройств, использующих в своих конструкциях эффекты тонкой газовой несущей прослойки, создаваемой между опорной поверхностью изделия и рабочей поверхностью (РП) оборудования.

На сегодняшний день разработано значительное количество устройств с газовой прослойкой, которая образуется за счет струйного истечения газообразной среды через отверстия рабочих поверхностей пневмоустройств под изделие. Основным элементом конструкций разработанных устройств является их рабочая поверхность, конструкция которой и ее способы движения определяют технологические возможности оборудования. Форма рабочей поверхности устройств отличается по геомет-

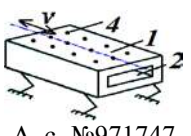
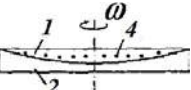
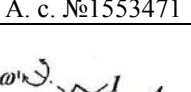
рическому признаку и выполняется в виде разнообразных геометрических фигур. Это может быть плоскость, параболоид, цилиндр, конус и их комбинированные варианты с дополнительным устройством: кольцом или камерой как внутри рабочей поверхности, так и сверху её. Кроме того, рабочие поверхности могут быть неподвижными или перемещающимися, вида – вращательного, поступательного, колебательного движения.

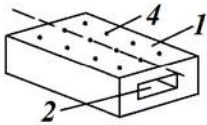
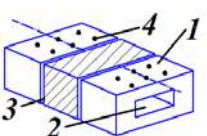
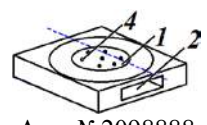
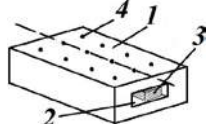
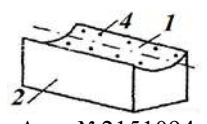
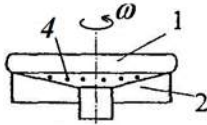
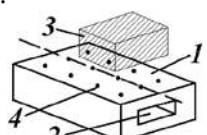
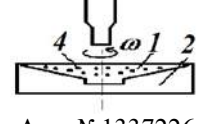
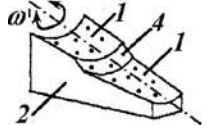
Газовая смесь истекает из перфорации рабочей поверхности пневмоустройств под манипулируемое изделие в результате создания избыточного давления в пневмокамере. Последняя имеет различную конструкцию, зависящую от конфигурации рабочей поверхности [1].

В таблице 2 схематично представлены конфигурации рабочих поверхностей и пневмокамер, вид их движения, а также технологические возможности пневмоустройств, использующих в работе эффекты тонкой газовой несущей прослойки и обобщенную систему вида «Изделие – РП - пневмокамера». На схемах (таблица 2) не показаны механизмы, обеспечивающие движение РП, а также стандартные системы газоподготовки и подачи газа к пневмокамерам.

Т а б л и ц а 2

Схематичное отображение устройств с тонкой газовой несущей прослойкой

Схемы устройств	Рабочая поверхность устройств		Реализуемые операции	Движение изделия
	Форма	Движение		
1.  А. с. №971747	Плоскость	Возвратно поступательное	ТР, КМ, ТО	Поступательное
2.  А. с. №2056122	Параболоид	Вращательное	ПО, СК, БП, ЗОО, ТО, КМ, ККП	Поступательное или вращательное спиралевидное
3.  А. с. №1553471	Цилиндр	Вращательное	ТР, АО, ТО, СК	Поступательное или переворот
4.  А. с. №2130419	Часть усеченного конуса	Колебательное	АО, ТО, ТР	Поступательное

5.  А. с. №887372	Плоскость	Без перемещения	ТР, ПО, ТО, КМ СК	Поступательное
6.  А. с. №1448215	Плоскость со вставкой	Без перемещения	КМ, Ф, ТО	Поступательное
7.  А. с. №2098888	Усеченный конус	Без перемещения	КМ, ОБ, ТР, ТО, Б	Вращательное
8.  А. с. №2268221	Плоскость	Без перемещения	КМ, ОБ, ТР, ТО	Поступательное
9.  А. с. №2151094	Часть цилиндра	Без Перемещения	АО, ТО, ТР	Поступательное и переворот
10.  А. с. №1340978	Усеченный конус с кольцевой поверхностью	Вращательное	АО, ТО, ТР, БП, ЗОО	Поступательное в горизонтальной и вертикальной плоскостях и переворот
11.  А. с. №2099672	Плоскость со вставкой	Поступательное	СК, ТО, КПП, КМ	Поступательное
12.  А. с. №1337226	Плоское ленточное полотно	Поступательное	ТР, ПО, ККП, СК, ТО	Поступательное
13.  А. с. №1337226	Усеченный конус	Вращательное	С, ТО, ПО, ББП	Поступательное
14.  А. с. №2149714	Часть усеченного конуса с цилиндрической вставкой	Колебательное	ПО, В, СК, ТО	Поступательное

Конструктивные особенности рабочей поверхности и пневмокамеры: 1 - (РП); 2-пневмокамера; 3 - дополнительные камеры; 4 - газоподводящее отверстие; вид движения рабочей поверхности: V - поступательное, ω - вращательное, ω' - колебательное; выполняемые операции манипулирования: ПО - пассивное ориентирование; АО - активное ориентирование; ККП - контроль качества поверхности; ЗОО - загрузка основного оборудования; БП - базирование, позиционирование; Ф - формование; СК - сортировка, классификация; ОБ - обеспыливание; ТР - транспортировка; ТО-термообработка; КМ-контроль массы; Доз – дозировка.

Учитывая вышесказанное можно заключить, что разрабатываемые устройства на базе системы «Изделие – РП – пневмокамера» обладают:

–универсальностью, т. к. на РП можно манипулировать разнообразными типоразмерами изделий в результате того, что конструкция РП не зависит от конкретной конфигурации предмета производства;

–многофункциональностью, т.к. на каждом из представленных устройств реализуется несколько технологических операций;

–возможностью манипулирования специфическими изделиями за счет создания газовой смазки в трущейся паре «Изделие – РП – пневмокамера»;

–способностью к переналадке при переходе с одних типоразмеров изделий на другие, данный процесс сводится к регулировке подачи расхода сжатого газа под изделия и скорости движения РП.

Таким образом, представленная классификация, является первым шагом для кодирования системы « Изделие – РП » и разработки программного продукта с целью автоматизированного конструирования современного технологического оборудования с заданными технологическими параметрами и функциями [2].

ЛИТЕРАТУРА

1 Авцинов, И.А. Роботизация химико-технологических процессов и устройства с несущо-распознающей тонкой газовой прослойкой [Текст] / И.А. Авцинов, В.К. Битюков. - Воронеж, 2002. - 372 с.

2 Абрамов, Г.В. Управление микромеханическими процессами в гидродинамических слоях при производстве полупроводниковых приборов [Текст] / Г.В. Абрамов, В.К. Битюков, Г.В. Попов. – Воронеж: ВГТА, 2001. - 213 с.

3 Чертов, Е.Д. Борьба с адгезией в хлебопечении [Текст] / Е.Д.Чертов, О.А. Носов, Т.В. Санина, М.А. Васечкин. – Воронеж: ВГТА, 2001. – 144 с.

REFERENCES

1 Avtsinov, I.A. Robotic chemical processes and devices with the recognition inconsequential thin gas layer [Text] / I.A. Avtsinov, V.K. Bityukov. - Voronezh, 2002. – 372 p.

2 Abramov, G.V. Manage micromechanical processes in hydrodynamic layers in semiconductor manufacturing [Text] / G.V. Abramov, V.K. Bityukov, G.V. Popov. - Voronezh: VSTA, 2001. – 213 p.

3 Chertov, E.D. Fighting adhesion in baking [Text] / E.D.Chertov, O.A. Nosov, T.V. Sanina, M.A. Vasechkin. - Voronezh: VSTA, 2001. – 144 p.

Профессор Г.В. Абрамов, аспирант И.В. Желтоухов
(Воронеж. гос. ун-в. инж. технол.) кафедра информационных технологий
моделирования и управления, тел. (473) 255-25-50

Анализ функционирования системы управления энергопотреблением

Разработана система управления энергопотреблением из отдельных модулей с взаимодействием через сеть Ethernet, позволяющая измерять качественные и количественные показатели работы сетевых протоколов обмена данными различного уровня, проводить мониторинг всех показателей в режиме реального времени.

A system for power management of individual modules with interaction via the Ethernet was developed. The system allows to measure the qualitative and quantitative performance of network communication protocols of different levels, monitor all indicators in real time

Ключевые слова: система автоматического управления, алгоритм, распределение времени доставки, энергопотребление, энергосбережение.

Энергосберегающие технологии в последнее время стали особенно востребованы. Для России вопросы энергосбережения имеют особую актуальность, поскольку по климатическим условиям затраты топлива на обеспечение населения теплом в России наиболее высоки.

Снижение энергоемкости процесса теплопотребления за счет совершенствования систем и алгоритмов управления может быть достигнуто на пути создания энергосберегающих систем автоматизированного и автоматического управления, оптимизирующих тепловые режимы зданий, что является одним из наиболее перспективных направлений развития систем управления [1].

В предлагаемой интеллектуальной системе автоматического управления из отдельных модулей с взаимодействием через сеть Ethernet отсутствует разделение устройств на простые и интеллектуальные - все устройства являются интеллектуальными, регулятор не является отдельным модулем, а его функции выполняет устройство управления. Такая структура дает возможность облегчить конфигурирование сети, уменьшить количество рассылаемых пакетов и уменьшить общую стоимость системы.

Работа между устройствами системы ведется только по IP-адресам, причем при включении системы широковещательные пакеты отправляются только датчиками при регистрации на устройстве мониторинга сети.

Перед началом работы датчикам присваиваются IP-адреса устройств, реализующих воздействие на объект управления, с которыми они будут работать, на самих же устройствах

управления находится информация о законе регулирования. Датчики в системе могут быть заменены в случае неисправности без участия сетевого администратора.

Для интеллектуальной системы автоматического управления были разработаны следующие алгоритмы действий:

- алгоритм подключения устройства управления;
- алгоритм подключения датчика;
- алгоритм обновления данных об устройствах;
- алгоритм проверки работоспособности системы.

Работа между устройствами системы ведется только по IP-адресам, причем при включении системы широковещательные пакеты отправляются только датчиками при регистрации на устройстве мониторинга сети.

Для проверки наличия устройства в сети используется протокол SNMP. Это позволяет получить информацию об устройстве, из которой в дальнейшем можно извлечь необходимые настроечные параметры, поэтому является предпочтительным в сравнении с протоколом ICP, который позволит только обнаружить факт подключения устройства. Обновление данных об устройствах сети производится, например, в случае физического удаления одного устройства из системы, и последующего подключения другого с таким же идентификатором.

Возможны два алгоритма работы регулятора с датчиками: при получении пакета от второго датчика регулятор останавливает отправку пакетов текущим датчиком и начинает работать с новым, либо работает одновременно с несколькими датчиками, например, по среднему значению их показаний.

Предложенный способ построения системы автоматического управления позволяет:

- упростить конфигурирование сети в соответствии с хранением данных о законе управления на устройстве управления;
- уменьшить количество рассылаемых пакетов за счет того, что широковещательные пакеты отправляются только при регистрации на устройстве мониторинга сети, и работа между устройствами ведется только по IP-адресам без дополнительных идентификаторов;
- снизить стоимость системы за счет отсутствия в системе отдельного устройства регулятора.

Эта архитектура позволяет осуществить прозрачное взаимодействие с пользователем и устройствами системы при процессах мониторинга и управления. Предложенная архитектура системы управления может масштабироваться и расстояние между датчиком, устройством мониторинга сети и исполнительным механизмом может быть значительно. Поэтому на время доставки пакетов между датчиками, устройством мониторинга сети и исполнительным механизмом оказывают большое влияние пользовательские данные, которые могут передаваться в сети[2].

Был проведен анализ предложенной архитектуры системы автоматического управления энергопотреблением на примере экспериментального образца системы мониторинга и управления энергопотреблением (рисунок 1). Шкаф автоматического управления содержит в себе отладочные платы SK-MLPC1768/2387/2368 для преобразования сигнала от датчиков внутренней температуры, внешней температуры и температуры отопительного прибора в формат кадров Ethernet.. Экспериментальный образец системы представляет собой локальную вычислительную сеть на базе коммутатора Ethernet 100BASE-T.

Предложенный экспериментальный образец системы управления энергопотреблением позволяет изменять удаление датчиков от устройства мониторинга сети и исполнительных механизмов. Эксперименты проводились на примере многоэтажного здания, в котором в первом случае между устройствами в сети был один коммутатор, а во втором случае между устройствами в сети расстояние было увеличено до 6 коммутаторов. По результатам экспериментов были построены графические зависимости распределений времени доставки пакетов за определенные временные интервалы, где по оси y отмечалось количество пакетов, доставленных за определенный временной интервал, по оси x — временные интервалы, за которые были доставлены пакеты. В каждом эксперименте проводились испытания прохождения в сети 3 313 395 пакетов.



Рисунок 1 - Внешний вид экспериментального образца системы мониторинга и управления энергопотреблением: 1 – датчик внутренней температуры, 2 – электромагнитный преобразователь расхода, 3 - датчик температуры отопительного прибора, 4 - вычислитель количества теплоты ВКТ-2, 5 - шкаф автоматического управления

В случае, когда между датчиком и устройством управления находится один коммутатор (рисунок 2) из 3 313 395 пакетов были доставлены 3 296 637 пакетов, следовательно потери составили в этом случае 16 758 пакетов. По результатам экспериментов были получены графические характеристики распределений времени доставки пакетов, которые представлены на рисунке 3.



Рисунок 2 - Схема подключения в случае, когда между датчиком и устройством управления находится один коммутатор

В случае когда между датчиком и устройством управления находятся шесть коммутаторов (рисунок 4) из 3 313 395 пакетов были доставлены 3 229 605 пакетов, следовательно потери составили в этом случае 83 790 пакетов. По результатам экспериментов были получены графические характеристики распределений времени доставки пакетов, которые представлены на рисунке 5.



Рисунок 4 - Схема подключения в случае, когда между датчиком и устройством управления находятся шесть коммутаторов

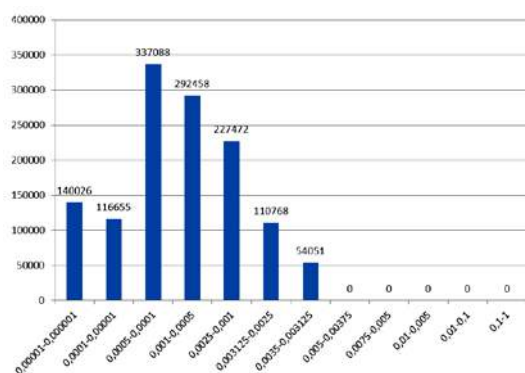


Рисунок 3 - Графическая зависимость распределения времени доставки пакета в случае, когда между датчиком и устройством управления находится

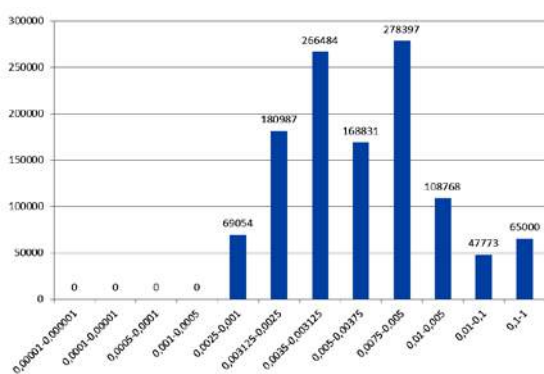


Рисунок 5 - Графическая зависимость распределения времени доставки пакета в случае, когда между датчиком и устройством управления находится

В результате анализа представленных статистических данных можно сделать выводы, что в случае, когда между датчиком и устройством управления находится один коммутатор (рисунок 2), математическое ожидание времени доставки пакета составляет 0,001228 сек. В случае когда между датчиком и устройством управления находятся шесть коммутаторов (рисунок 4) и без дополнительной нагрузки на коммутаторы, математическое ожидание времени доставки пакета составляет 0,007699 сек.

Бегаевым [3] получены данные среднего времени доставки пакета в сети с загрузкой канала в 1,5 мб/с, которая составляет 35 мс. Представленная система автоматического управления энергопотреблением была подключена в общую сеть здания. В представленном случае, когда пиковая нагрузка на коммутаторах доходила до 50 мб/с, математическое ожидание времени доставки пакета возросло до 0,0132 сек.

Созданный лабораторный образец системы позволил измерять качественные и количественные показатели работы сетевых протоколов обмена данными различного уровня, моделировать систему мониторинга и управления энергопотреблением, провести исследования в вычислительных сетях различного масштаба, создать различные условия в общей среде передачи данных, позволяя проводить мониторинг всех показателей в режиме реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

1 Абрамов, Г.В. Структура интеллектуальной системы автоматического управления [Текст] / Г.В. Абрамов, И.В. Желтоухов // Сборник научных трудов по материалам I международной научно-практической интернет-конференции «Моделирование энергоинформационных процессов». - Воронеж, 2012. - С. 21-24.

2 Абрамов, Г.В. Обоснованность использования стандарта Ethernet в промышленных распределенных системах управления [Текст] / Г.В. Абрамов, А.Е. Емельянов, А.Н. Рязанов, А.Л. Ивашин // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. - 2010. - № 6. - С. 27-30.

3 Бегаев, А. Д. Надежная доставка информационных потоков реального времени в IP-сетях [Текст] / А.Д. Бегаев // Первая миля. - 2011. - №4. - С. 14-17.

REFERENCES

1 Abramov, G.V. System structure of the automatic control [Text] / G.V. Abramov, I.V. Zheltouhov // Collection of scientific papers on the materials I International Scientific and Practical Internet Conference "Modeling Energy and processes". - Voronezh, 2012. - P. 21-24.

2 Abramov, G.V. The validity of the use of Ethernet in industrial distributed control systems [Text] / G.V. Abramov, A.E. Emelyanov, A.N. Ryazanov, A.L. Ivashin // FES: Finance. Economy. Strategy. - 2010. - № 6. - P. 27-30.

3 Begaev, A.D. Reliable delivery information flows in real-time IP-based networks [Text] / A.D. Bagaev // The first mile. - 2011. - № 4. - P. 14-17.

УДК 538.9

Профессор Б.А. Голоденко

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных и управляющих систем,
тел. (473) 255-38-75

начальник сектора А.Б. Голоденко

(Концерн «Созвездие»)

Компьютерное моделирование электронных свойств аморфного кремния

Изложена методика компьютерного моделирования электронных свойств аморфного кремния на фрактальной модели его атомной структуры. В качестве основных результатов моделирования показана электронная структура, энергетические и спектральные характеристики модельного атомного кластера. Дана оценка и перспективы использования полученных результатов.

The technique computer modelling electronic properties of amorphous silicon by fractal stated to model its nuclear structure. As the basic results of modelling the electronic structure, power and spectral characteristics modelling nuclear cluster is shown. The estimation and prospects of use of the received results is given.

Ключевые слова: аморфный кремний, фрактальная модель, электронная структура, квантово-химическое моделирование

Перспективы применения аморфных полупроводников с тетраэдрической атомной структурой, в частности аморфного кремния $a\text{-Si}$ и его сплавов, хорошо известны специалистам электронной техники. Однако промышленное освоение таких материалов ощутимо сдерживает отсутствие эффективных методов инженерного расчёта и управления их электрическими свойствами, прежде всего типом и концентрацией носителей заряда и, как следствие, электропроводностью. Разработка таких методов требует чёткого понимания квантовых процессов атомной структуры полупроводника и если для кристаллов такое понимание в приближениях зонной теории даёт решение уравнения Шрёдингера, то для аморфных структур, лишённых явной периодичности, зонная теория непригодна. Отсюда тезис о необходимости замены упрощений, порождённых периодичностью кристаллов, новыми подходами, приводящими к формальным представлениям об энергетических уровнях аморфных веществ и допустимых переходах между ними. Эту мысль известный американский специалист по аморфному кремнию М. Бродски высказал более тридцати лет назад, но современная физика твёрдого тела упорно продолжает рассматривать любую аморфную структуру как лишённую дальнего порядка и случайную по определению. Именно поэтому теория электронных процессов аморфных полупроводников

не имеет должного развития, её разработка не теряет актуальности, а исследования подобных процессов не выходят за пределы эксперимента. При этом достоверность результатов таких экспериментов существенно зависит от химической чистоты материала исследуемого образца, дефектов его атомной структуры и влияния внешних воздействий, в частности, тепла, света, магнитных или электрических полей. В условиях реального натурального эксперимента удовлетворить такие требования практически невозможно. В итоге результаты эксперимента оказываются искажёнными, погрешности измерений и дозирования внешних воздействий ещё более снижают их достоверность, а отсутствие вразумительной теории затрудняет их объяснение. Такая ситуация указывает на проблему повышения надёжности и толкования результатов экспериментов при изучении электронных свойств и процессов аморфных полупроводников.

Для решения поставленной проблемы необходимо располагать образцом аморфного вещества, например $a\text{-Si}$, с чётко определённой, идеальной атомной структурой. В качестве такого идеального образца подготовлена фрактальная модель атомной структуры аморфного кремния [1], процесс построения которой воспроизводит механизм порождения аморфности тетраэдрической структуры [2] на основе систем периодических итерированных функций вида:

$$\begin{bmatrix} x_{i+1} \\ y_{i+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ d & e \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ f \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где аргументам x_{i+1} , y_{i+1} , x_i , y_i придан смысл диэдрических и валентных углов воспроизводимой атомной структуры, а a , b , c , d , e и f – вещественные коэффициенты.

Предложенная модель насчитывает 50 000 атомов, исключает всякую случайность в их расположении, воспроизводит основные свойства реального аморфного кремния [3] и позволяет установить теоретическую связь между атомной структурой и физическими свойствами реального образца аморфного кремния. Такую модель целесообразно использовать в качестве идеального образца аморфного кремния для экспериментального получения эталонных откликов его свойств. Поскольку модель идеальна, для экспериментов с ней необходима столь же идеальная, виртуальная установка, в качестве которой целесообразно применить программный комплекс квантово-химического моделирования и расчётов *GaussVieW/Gaussian*, доступ к которому авторам настоящей статьи любезно предоставлен специалистами Воронежского государственного университета.

Такой выбор инструментального средства обоснован единой методологией квантовой химии и физики полупроводников, построенной на принципах квантовой механики и описании квантовых взаимодействий уравнением Шрёдингера. При этом квантовая химия, ограничиваясь расчётами отдельных молекул, существенно снижает размерность сво-

их задач и даёт эффективные методики их решения, чем выгодно отличается от физики твёрдого тела, которая рассматривает крупные объёмы атомных структур и от этого испытывает неодолимые трудности в решении поставленных задач. А поскольку любое твердое тело можно интерпретировать как совокупность большого числа атомов, молекул или ионов, связанных обычными силами межатомного взаимодействия, то подходы к описанию его квантовых свойств ничем не отличаются от аналогичных подходов для молекул. Именно поэтому в среде *GaussVieW/Gaussian* предусмотрена функция моделирования кристаллов, которая, однако, непригодна для структур, лишённых периодичности, а практическое отсутствие в доступной печати сведений о расчётах аморфных структур методами квантовой химии можно объяснить традиционными сложностями их построения. При этом наличие достоверной модели аморфной атомной структуры вполне позволяет выполнить расчёт любого её фрагмента средствами *GaussVieW/Gaussian* и оценить эффективность и перспективы применения методов квантовой химии к моделированию электронных свойств аморфных материалов, что и служит целью настоящего исследования.

В качестве исходных данных для выполнения эксперимента использованы значения декартовых координат атомов и порядок межатомных связей (таблица 1) фрагмента (кластера) структуры *a-Si* (рисунок 1), полученные по авторской методике [1].

Т а б л и ц а 1

Координаты атомов и порядок межатомных связей модельного кластера

№ атома	Декартовы координаты атомов модельного кластера, ангстрем			Межатомные связи			
	X	Y	Z	№ смежного атома			
1	0	0	0	2	3	4	5
2	0	0	0	1	6	10	–
3	0	0	0	1	7	–	–
4	-1,91993	-1,91993	-1,91993	1	8	–	–
5	1,91993	1,91993	1,91993	1	9	–	–
6	-1,91993	-1,91993	-1,91993	2	–	–	–
7	1,91993	1,91993	1,91993	3	–	–	–
8	-3,83987	-3,83987	-3,83987	4	–	–	–
9	1,91993	1,91993	1,91993	5	–	–	–
10	-8,22909·10 ⁻¹⁷	-8,22909·10 ⁻¹⁷	-8,22909·10 ⁻¹⁷	2	–	–	–

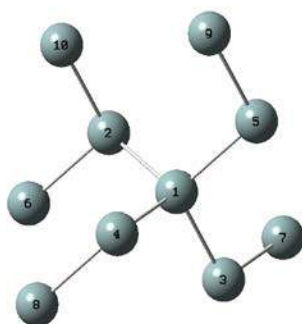
Качество геометрии модельного кластера (рисунок 1) характеризуют данные Z-матрицы (таблица 2), которая автоматически сформирована средствами *GaussVieW* на основании содержимого таблицы 1. Все межатомные расстояния, валентные и диэдрические углы

построенного кластера (таблица 2) не выходят за допустимые пределы, соответствуют среднестатистическим экспериментальным данным и распределениям, что служит основанием для использования кластера в целях выполняемого моделирования.

Z-матрица модельного атомного кластера

№ атома	Атом	Базовый атом	Межатомное расстояние, ангстрем	Базовый атом	Валентный угол, градус	Базовый атом	Диэдрический угол, градус
1	Si	1					
2	Si	1	2,35143				
3	Si	1	2,35143	2	109.47122		
4	Si	1	2,35142	2	109.47127	3	-119.99995
5	Si	1	2,35142	2	109.47127	3	119.99995
6	Si	2	2,35142	1	109.47127	3	125.26438
7	Si	3	2,35142	1	109.47116	3	-125.26438
8	Si	4	2,35143	1	109.47139	5	180.00000
9	Si	5	2,35143	1	109.47116	3	-180.00000
10	Si	2	2,35143	1	109.47122	6	-120.00002

Для достижения поставленной цели произведён расчёт энергетической структуры (*Energy*), частотных характеристик (*Freq*) и заполнения (*Density*) электронами орбиталей модельного кластера для его основного (*Ground State*) состояния. Все расчёты выполнены ограниченным методом Хартри-Фока (*RHF*) при нулевом заряде кластера с применением набора базисных функций 3-21G. Необходимые *input*-файлы подготовлены средствами *GaussView 3.09*, расчёты осуществлены в среде программного пакета *Gaussian 03*, для просмотра результатов вычислений использованы возможности *GaussView 3.09*.

Рисунок 1 - Атомный кластер *a*-Si

Результаты вычислений принесли столь обширную информацию, что полностью рассмотреть и проинтерпретировать их в публикации журнального формата не представляется возможным. Однако привлекает внимание рассчитанная в ходе эксперимента электронная структура (таблица 3-5 и рисунок 2) модельного кластера, которая наполняет его топологию зарядами, энергией, остовыми и валентными электронами, распределяя их по атомным и кластерным орбиталям.

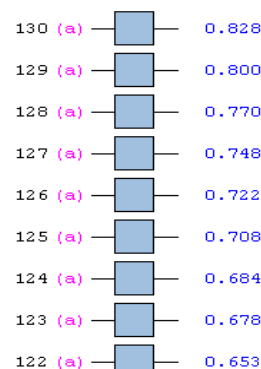


Рисунок 2 - Заполнение электронами кластерных орбиталей

Т а б л и ц а 3

Обобщённая структура модельного кластера

		Natural Population				
		Natural				
Atom	No	Charge	Core	Valence	Rydberg	Total
Si	1	-0.25399	9.99995	4.25403	0.00000	14.25399
Si	2	-0.41341	9.99994	4.41346	0.00000	14.41341
Si	3	-0.10594	9.99996	4.10598	0.00000	14.10594
Si	4	-0.11889	9.99996	4.11893	0.00000	14.11889
Si	5	-0.01619	9.99996	4.01622	0.00000	14.01619
Si	6	0.31265	9.99996	3.68739	0.00000	13.68735
Si	7	0.21009	9.99998	3.78993	0.00000	13.78991
Si	8	0.12450	9.99998	3.87552	0.00000	13.87550
Si	9	0.06779	9.99998	3.93223	0.00000	13.93221
Si	10	0.19339	9.99996	3.80664	0.00000	13.80661
=====						
* Total *		0.00000	99.99964	40.00036	0.00000	140.00000

Электронная конфигурация кластера

Atom	No	Natural Electron Configuration	Atom	No	Natural Electron Configuration
Si	1	[core] 3S(1.51) 3p(2.74)	Si	6	[core] 3S(1.93) 3p(1.76)
Si	2	[core] 3S(1.65) 3p(2.76)	Si	7	[core] 3S(1.93) 3p(1.86)
Si	3	[core] 3S(1.83) 3p(2.28)	Si	8	[core] 3S(1.93) 3p(1.94)
Si	4	[core] 3S(1.83) 3p(2.29)	Si	9	[core] 3S(1.93) 3p(2.00)
Si	5	[core] 3S(1.83) 3p(2.18)	Si	10	[core] 3S(1.93) 3p(1.88)

Т а б л и ц а 5

Порядок заполнения электронами атомных орбиталей кластера (фрагмент)

NATURAL POPULATIONS: Natural atomic orbital occupancies							
NAO	Atom	No	lang	Type (AO)	Occupancy	Energy	
1	Si	1	S	Cor(1S)	2.00000	-66.24323	
2	Si	1	S	Cor(2S)	1.99998	-7.32327	
3	Si	1	S	Val(3S)	1.51416	-0.30502	
4	Si	1	px	Cor(2p)	1.99998	-3.82121	
5	Si	1	px	Val(3p)	0.84841	0.19499	
6	Si	1	py	Cor(2p)	1.99999	-3.82148	
7	Si	1	py	Val(3p)	0.92903	0.17298	
8	Si	1	pz	Cor(2p)	2.00000	-3.82144	
9	Si	1	pz	Val(3p)	0.96244	0.16692	

Электронную структуру опытного кластера удачно дополняют модели динамики его энергетического состояния (рисунки 3-6)

и спектральные характеристики его атомов (рисунки 7-10).

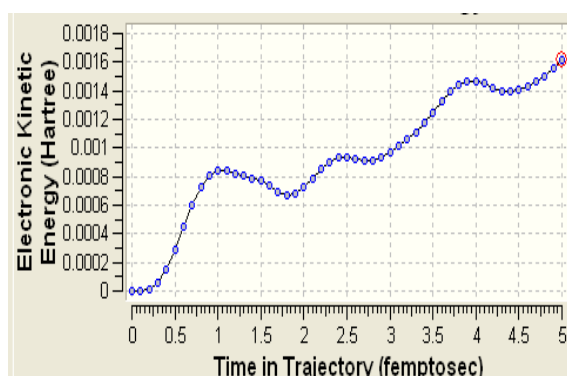


Рисунок 3 - Кинетическая энергия электронов

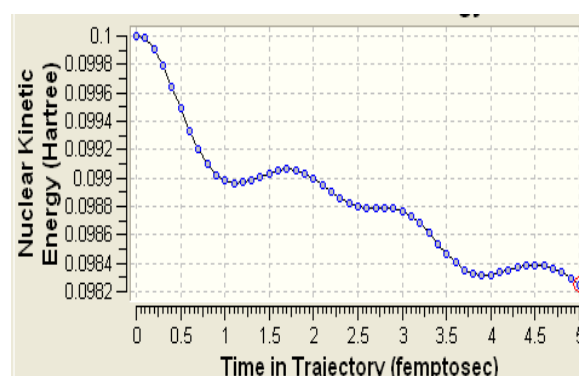


Рисунок 4 - Кинетическая энергия ядер

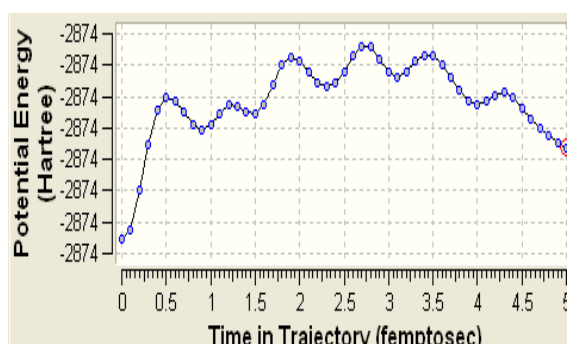


Рисунок 5 - Потенциальная энергия кластера

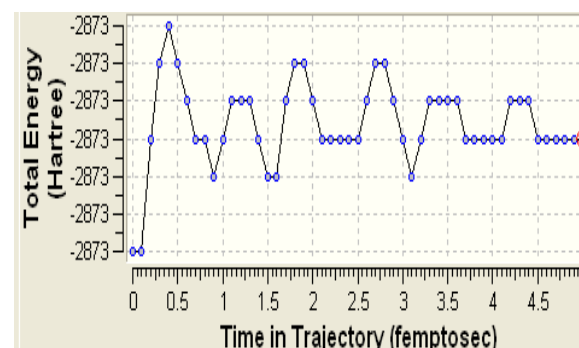


Рисунок 6 - Полная энергия кластера

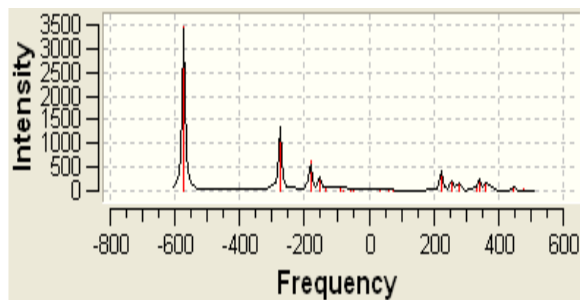


Рисунок 7 - Спектр инфракрасного излучения

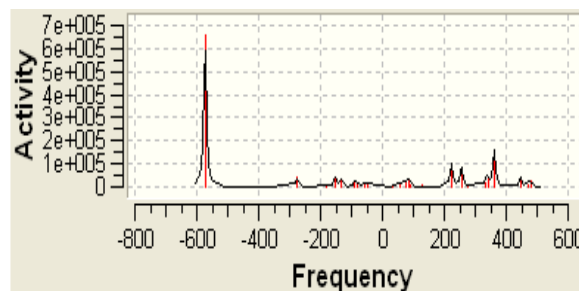


Рисунок 8 - Спектр комбинационного рассеяния

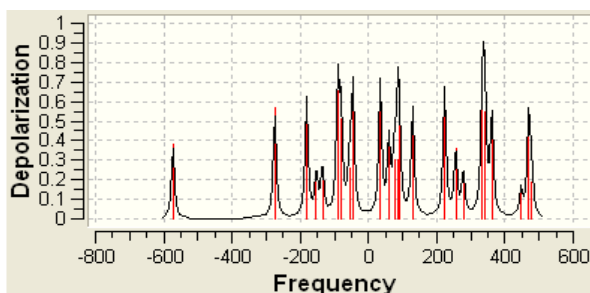


Рисунок 9 - Спектр P-деполяризации

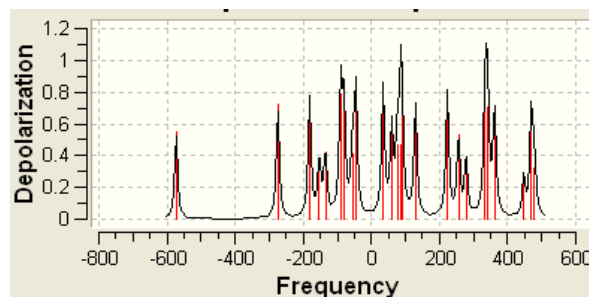


Рисунок 10 - Спектр U-деполяризации

Поскольку определённая часть результатов квантово-химических расчётов, представленных в частности таблицами 3-5 и рисунком 2, образует не что иное, как модель электронной структуры опытного атомного кластера, то возникает реальная возможность перехода от моделирования геометрии аморфного кластера к моделированию квантовых процессов в его структуре. Отдельные итоги такого моделирования иллюстрируют рисунки 3-10, а так как свойства твёрдого тела определяются его атомной структурой и протекающими в ней квантовыми процессами, то практическая значимость полученных результатов состоит в освоении инструмента для компьютерного моделирования любых физических свойств аморфного вещества.

Наличие подобного инструмента обеспечивает прозрачность эксперимента, позволяет непосредственно наблюдать моделируемый процесс, измерять его параметры и управлять им путём изменения исходной атомной структуры. Такой инструмент научного исследования служит источником опытных данных для теоретических обобщений и одновременно средством экспериментальной проверки этих обобщений, что и определяет его значение для развития теории квантовых процессов.

К сожалению, справедливость полученных результатов ограничивается объёмом модельного кластера, который всегда, за

исключением наноструктур, неизмеримо меньше атомной структуры реального образца исследуемого материала. Однако полученные результаты могут быть обобщены на любые объёмы тензорными методами [4].

Основным результатом выполненного моделирования следует считать вывод о возможности и целесообразности применения методов квантовой химии к исследованию аморфных атомных структур, в частности средствами *GaussView/Gaussian*. Такой подход позволяет установить связь между атомной и электронной структурой аморфного вещества и его физическими свойствами, способствует развитию полуэмпирических методов расчёта квантовых структур и непосредственно применим к наноструктурам. При этом обобщение локальных результатов на произвольные атомные объёмы возможно тензорными методами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Голоденко, А.Б. Фрактальное моделирование атомной структуры аморфного кремния на основе систем итерированных функций [Текст] / А.Б. Голоденко // Инженерная физика. – 2009. - № 8. – С. 27-30.
- 2 Голоденко, А. Б. Фрактальное моделирование механизма порождения аморфности тетраэдрической атомной структуры [Текст] / А.Б. Голоденко, Б.А. Голоденко // Нано- и микросистемная техника. – 2012. - №11.–С. 23-27.

3 Голоденко, А.Б. Оценка адекватности фрактальной модели атомной структуры аморфного кремния [Текст] / А.Б. Голоденко // Физика и техника полупроводников. – 2010. – Т. 44. – В. 1. – С. 87-91.

4 Голоденко, Б.А. Тензорный подход к исследованию и моделированию систем [Текст] / Б.А. Голоденко // Вестник ВГТА. Серия: Информационные технологии, моделирование и управление. – 2008. - № 2 (36). – С. 50-55.

REFERENCES

1 Golodenko, A.B. Fractal modelling the nuclear amorphous silicon structure on basis iterated functions systems [Text] / A.B. Golodenko // Engineering Physics. – 2009. - № 8.– P.27-30.

2 Golodenko, A.B. Fractal modelling the mechanism of generation amorphous tetrahedral nuclear structures [Text] / A.B. Golodenko, B.A. Golodenko // Nano- and microsystem technics. – 2012. - № 11. – P. 23-27.

3 Golodenko, A.B. Estimation of adequacy amorphous silicon nuclear structure fractal models [Text]/ A.B. Golodenko // Physics and technics of semiconductors. – 2010. - V. 44. - Part. – P. 87-91.

4 Golodenko, B.A. Tensor the approach to research and modelling of systems [Text] / B.A. Golodenko // Bulletin of VSTA. Ser.: Information technologies, modelling and control. – 2008. - № 2(36).– P. 50-55.

Доцент Л.А. Коробова, доцент К.Н. Матусов,
ассистент. О.А. Гордиенко, ассистент. И.С. Кутявин
(Воронеж. гос. унив. инж. технол.) кафедра информационных технологий
моделирования и управления, тел. (473) 255-25-50

Организационно – технологическое время управления в производстве

Исследуются особенности организационно-технологического времени функционирования в организационно-технологической системе. Дано определение организационно-технологического времени управления

The particularities of organizing-technological production time in organizing-technological system are researched. The determination of organizing-technological time of management is given

Ключевые слова: организационно-технологическая система, организационно-технологическое время производства, организационно-технологическое время управления

При проектировании и эксплуатации организационно-технологических процессов в производстве важно учитывать показатель организационно-технологического времени (ОТВ) производства [1,2,3]. $ОТВ_i$ локального производственного объекта определяется как сумма времени на организационную подготовку технологического процесса (операции) $ОВ_i$ и технологического времени выполнения операции $ТВ_i$, т.е.:

$$ОТВ_i = ОВ_i + ТВ_i. \quad (1)$$

Общее организационно-технологическое время сложного производства, состоящего из множества технологических операций определяется как сумма всех ОТВ технологических операций (рисунок 1):

$$ОТВ-О = \sum_{i=1}^n ОТВ_i = \sum_{i=1}^k T_i \quad (2)$$

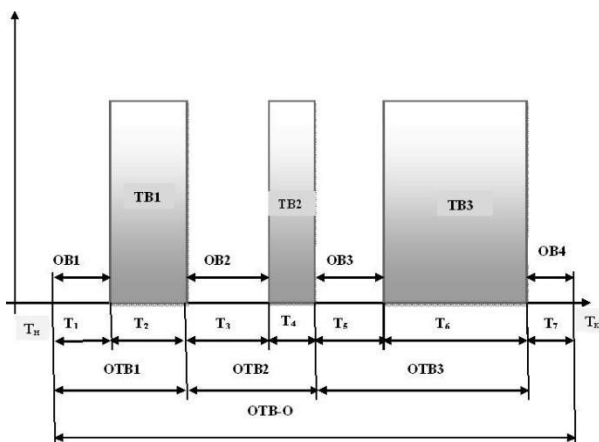


Рисунок 1 - Организационно-технологическое время производства

Вторым важным показателем производственного процесса является организационно-технологическое время управления (ОТВУ). Это можно отметить в ряде исследований проблем организации производства [1]. В частности замечено, что важным для обеспечения эффективности производства является совместимость времени функционирования организационно-технологического процесса в производстве и организационно-технологического времени процесса обработки информации и принятия решения по управлению. Процессы преобразования информации могут быть определены как организационно-технологические по отношению к информации.

В настоящее время формальное определение организационно-технологического времени в организационно-технологических системах (ОТС) отсутствует. Это связано с раздельным исследованием организационных и технологических процессов в ОТС. Время непрерывно, необратимо и нормируется относительно выполнения каких-либо организационных и технологических операций. Например, технологическое время химической реакции при заданных условиях её осуществления нормируется количеством молекул вещества, образующихся в единицу времени; организационное время загрузки вагона готовой продукцией нормируется временем, учитывающим вид продукции, её упаковки, наличие соответствующих погрузочно-разгрузочных механизмов и др. Нормы времени на организационные и технологические процессы должны быть сбалансированы. Например, технологическое время сохранности пищевых продуктов

при транспортировке должно быть сбалансировано с организационным временем нахождения их в пути до пункта поставки. Из этого следует, что организационное и технологическое время являются взаимосвязанными величинами в любой производственной системе и должны рассматриваться в виде единого организационно-технологического времени. Прежде чем дать определение ОТВ сформулируем основные свойства, отражающие особенности этого концепта ОТС.

Во-первых, любой организационно-технологический процесс в ОТС осуществляется во времени, т.е. при изменении организационно-технологического процесса (ОТП) от его начального состояния ОТПн до конечного ОТПк, всегда существуют моменты времени начала Тн и окончания Тк его функционирования. Назовем этот период времени в производстве производственным циклом Тц. Формально это свойство представим в следующем виде:

$$ОТП (ОТП_n \rightarrow ОТП_k) [T_u (T_u = T_k - T_n)] \quad (3)$$

Во-вторых, любое организационное время в ОТС является частью производственного цикла, т.е.:

$$ОВ \cup T_u \text{ и } ОВ < T_u \quad (4)$$

В-третьих, любое технологическое время в ОТС также является частью производственного цикла, т.е.:

$$ТВ \cup T_u \text{ и } ТВ < T_u \quad (5)$$

Из графика (рисунок 1) следует, что в период организации производства ($ОВ = \sum ОВ_i$) выпуск продукции на какой-либо стадии ОТП прекращается. Выпуск продукции осуществляется только в период функционирования технологического процесса ($ТВ = \sum Т_i$). При этом каждая стадия периодического процесса имеет присущие ей периоды фактически затраченного организационного $ОВ_i$ и технологического $ТВ_i$ времени, которые следует рассматривать в объединении, как организационно-технологическое время, т.е.:

$$ОТВ_i = ОВ_i \cup ТВ_i \quad (6)$$

Из графика следует также, что $ОВ_i$ и $ТВ_i$ дискретны, а свойством непрерывности обла-

дает только $ОТВ_i$. В соответствии с отмеченными свойствами сформулируем следующее определение ОТВ.

Определение 1: ОТВ в ОТС – это полное объединение организационного и технологического времени в производстве, затраченное от момента начала организации процесса до момента передачи конечного продукта его потребителю.

Данное определение ОТВ важно для решения проблем синтеза и анализа функционирования сложных ОТС. Оценка общего $ОТВ-О$ и соотношения $ОТ_i$ и $ТВ_i$ может иметь решающее значение при совершенствовании технологии, технологического оборудования и организационно-технологической структуры ОТС. ОТВ находит отражение в нормативах мощности технологических установок, нормах времени выполнения технологических операций, графиках взаимодействия организационных и технологических объектов и др.

В связи с этим, отмеченные свойства организационно-технологического времени производства (3,4,5,6) интерпретируются на $ОТВУ$ в системе организационно-технологического управления производством (СУОТ). Кроме указанных свойств, $ОТВУ$ обладает свойствами, специфичными для процесса организационно-технологического управления.

Во-первых, достижение целей функционирования (ОЦФ) в ОТС возможно, если $ОТВУ$ равно $ОТВ$. Формально это свойство представим в следующем виде:

$$ОТВУ (ОТВУ \cup СУОТ) \{ ОТВУ (ОТВУ = ОТВ) \leftrightarrow (ОТС \rightarrow ОЦФ) \} \quad (7)$$

Во-вторых, несоответствие $ОТВУ$ и $ОТВ$ означает несовместимость каких-либо концептов ОТП и СУОТ в ОТС. Формально это свойство представим в следующем виде:

$$ОТВУ (ОТВУ \cup СУОТ) \{ ОТВУ (ОТВУ = ОТВ) \rightarrow (ОТП \leftrightarrow СУОТ) \} \quad (8)$$

В-третьих, несоответствие $ОТВУ$ и $ОТВ$ определяет управляющие воздействия по совершенствованию ОТП и СУОТ.

Поясним отмеченные свойства примером. В производстве алюминия при электролизе глинозёмных расплавов используются обожженные анодные блоки, которые образуют анодную систему электролизера [4]. Контакт электрической цепи "анод-электролит-катод" обеспечивается угольной частью анодного

блока, которая при взаимодействии с процессом электролиза выгорает и подлежит замене. Управляющее воздействие в этой системе заключается в замене выгоревшего анодного блока на новый анодный блок. При этом момент времени замены анодного блока рассчитывают для электролизера по временному циклу замены, который является заданием. Таким образом, в данной системе имеют место два интервала времени. Первый интервал времени является требуемым для выгорания угольной части анодного блока временем, и зависит от условий взаимодействия блока с процессом электролиза. Это время является организационно - технологическим временем функционирования (ОТВ). Второй интервал времени определяется заданным временным циклом замены огарка на новый анодный блок. Это время является организационно-технологическим временем управления (ОТВУ). При несоответствии этих двух интервалов времени, анодный блок может быть заменён раньше или позже допустимого значения организационно-технологического времени функционирования. Это становится причиной значительных потерь в производстве [4,5]. Из этого следует определение ОТВУ.

Определение 2: ОТВУ - это полное объединение организационного и технологического времени по принятию решения при управлении сложным организационно-технологическим объектом с соблюдением условия соответствия его ОТВ.

ОТВУ находит отражение в разработке планов, технологических картах, графиках и др.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Адамецки, К. О науке организации [Текст] / К. Адамецки. - М.: Экономика, 1972. - 190 с.
- 2 Кишиневский, Л.И. Организационно-технологическая система цехов единичного и многосерийного производства [Текст] / Л.И. Кишиневский и др. - М.: Машиностроение, 1975. - 85 с.
- 3 Балащенко, В.Ф. Проблемы создания организационно-технологических АСУ в дискретных производствах [Текст] / В.Ф. Балащенко и др. - Минск: ЦНИИТУ, 1980. - 137 с.
- 4 Коробова, Л.А. Автоматизированная система организационно-технологического управления «Анодный блок» [Текст] / Л.А. Коробова, О.А. Гордиенко, И.С. Кутявин, К.Н. Матусов // Материалы Всероссийской научной школы «Информационно – телекоммуникационные системы и управление». - Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2011. - 12 с.
- 5 Коробова, Л.А. Организационно-технологическая АСУ (АСУОТ) ПТК «Производство» [Текст] / Л.А.Коробова, О.А. Гордиенко, И.С. Кутявин, К.Н. Матусов // Межвузовский сборник научных трудов «Моделирование систем и информационные технологии». - Воронеж, 2010. - 404 с.

REFERENCES

- 1 Adametski, K. On science organization [Text] / K. Adametski – M.: Economica, 1972. - 190 p.
- 2 Kishinevskiy, L.I. Organizational and technological system of money and shops of serial production [Text] / L.I. Kishinevskiy et al. - M.: Mashinostroyeniye, 1975. - 85 p.
- 3 Balashenko, V.F. Problems in creating organizational and technological ACS in discrete manufacturing [Text] / V.F. Balashenko et al. – Minsk: CNIITU, 1980. – 137 p.
- 4 Korobova, L.A. Automated system of organizational and technological management "anode block" [Text] / L.A. Korobova, O.A. Gordienko, I.S. Kutyavin, K.N. Matusov // Proceedings of the All-Russian scientific school "Information-telecommunication systems and management". - Voronezh: CPI "Nauchnaya kniga", 2011. – 12 p.
- 5 Korobova, L.A. Organizational and technological ASU (ASUOT) PTC "Production" [Text] / L.A. Korobova, O.A. Gordienko, I.S. Kutyavin, K.N. Matusov // Interuniversity collection of scientific papers "simulation systems and information technology". - Voronezh, 2010. – 404 p.

Ассистент А.Н. Попов, профессор А.С. Гордеев

(Мичуринский государственный аграрный университет) кафедра электрификация и автоматизация сельского хозяйства, тел. (475) 455-62-76

Экспериментальная установка для исследования инфракрасных сигналов почвы различной влажности

Приведены: структурная схема установки для измерения инфракрасного излучения почвы в диапазоне 6-14 мкм; технические характеристики прибора ИКВП-01. Исследованы возможности применения пирозлектрических датчиков типа MLX90614ESF. Представлены зависимости: температуры почвы от ее влажности; зависимость сигнала ИК прибора от температуры почвы и влажности.

The article presents: structural scheme of the installation for measuring the infrared radiation of the soil in the range of 6-14 μm ; technical characteristics device ИКВП-01. The opportunities of use of pyroelectric sensors type MLX90614ESF were researched. Dependence of the temperature of soil from its humidity and dependence of the signal IR instrument of soil temperature and humidity are presented.

Ключевые слова: инфракрасное излучение, влажность почвы, пирозлектрический датчик.

Содержание влаги в окружающей среде оказывает влияние на характер и интенсивность происходящих в живых объектах биохимических и физико-химических процессов.

Полевые агрономические исследования пахотного слоя почв нужны для определения сроков начала пахоты, внесения удобрений, для определения сроков и продолжительности поливов, управления автоматизированными оросительными системами.

В основе существующих дистанционных методов определения влажности почвы лежит использование данных измерений излучения и отражения почвой электромагнитной радиации. Широкое распространение в настоящее время находят пассивные методы индикации, основанные на регистрации излучения в различных диапазонах электромагнитного спектра, в частности, регистрации собственного излучения почвы и воды в диапазоне 6-14 мкм [4].

Нами предлагается для измерения пространственной неоднородности влажности почвы использовать естественное инфракрасное излучение земли в диапазоне 6-14 мкм. Для проверки этого предположения была собрана экспериментальная установка, изображенная на рисунке 1.

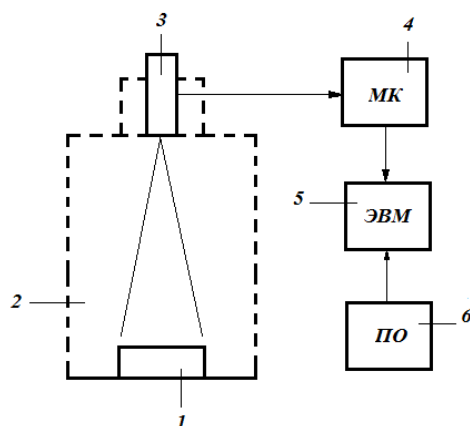


Рисунок 1 - Экспериментальная установка для измерения инфракрасного излучения почвы с помощью ИКВП-01: 1-исследуемая почва (чернозем); 2-измерительная камера; 3-ИК-датчик MLX90614ESF; 4-микроконтроллер; 5-компьютер; 6- программное обеспечение.

Исследуемый образец почвы 1 помещается в измерительную камеру 2, предназначенную для защиты приемника 3 от внешнего ИК излучения. Сигнал с приемника 3 с помощью микроконтроллера 4 поступает на компьютер 5. С помощью программного обеспечения 6 происходит отображение и сохранение информации.

В качестве приемника инфракрасного излучения почвы разработан прибор ИКВП-01, общий вид которого изображен на рисунке 2.

Корпус ИК-приемника 1, изготовлен из ударопрочного материала – дюралюминия, внутри которого расположены электронные схемы управления и питания инфракрасного датчика и оптического лазера.

Технические характеристики устройства для измерения инфракрасного излучения почвы приведены в таблице 1.

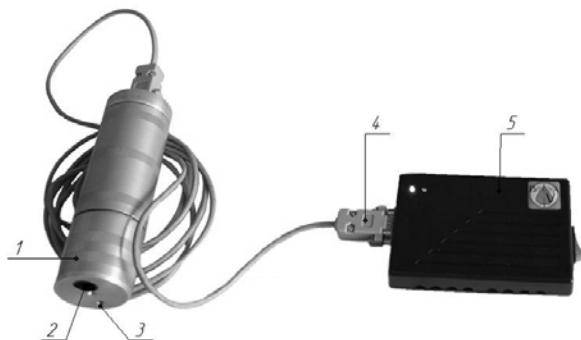


Рисунок 2 - Общий вид ИК-приемника и МК: 1-ИК-приемник; 2- объектив (линза Френеля); 3-лазерный указатель; 4-разъем RS232 для соединения с микроконтроллером; 5-микроконтроллер.

Т а б л и ц а 1

Технические характеристики устройства ИКВП-01 для бесконтактного измерения инфракрасного излучения почвы

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	+5
Количество пироэлектрических	2
Время измерения, с	0,1 с
Вес, г	500
Характеристики пироэлектрического датчика	
Спектральный диапазон, мкм	6...14
Разрешение измерения температуры, °C	0,02
Диапазон измерения температуры датчика, °C	-40... + 382
Точность измерения температуры	± 2% или ±2°C

В основе прибора ИКВП-01 лежит *пироэлектрический датчик*, предназначенный для преобразования длинноволнового инфракрасного излучения (с длиной волны 6-14 мкм) в электрический сигнал, типа thermopile sensors с цифровым выходом MLX90614 [1]. Его устройство представлено на рисунке 3, а электрическая схема – на рисунке 4. Эти датчики имеют угол обзора ±45 градусов и изначально

откалиброваны на заводе. Пироэлектрические датчики оформлены в цилиндрическом или прямоугольном металлическом корпусе с тремя или четырьмя медными лужеными проводочными выводами. На плоском торце корпуса, противоположном стороне выводов, расположено прямоугольное или круглое окошко, закрытое стеклянным или кварцевым фильтром, пропускающим преимущественно инфракрасные лучи в диапазоне от 6 до 14 мкм.

Пироэлектрический эффект обусловлен как самими физическими свойствами пироэлектрика (кристалла), так и конструкцией датчика, в которой чередуются несколько слоёв специальной керамики, созданной на основе селенида свинца [5].

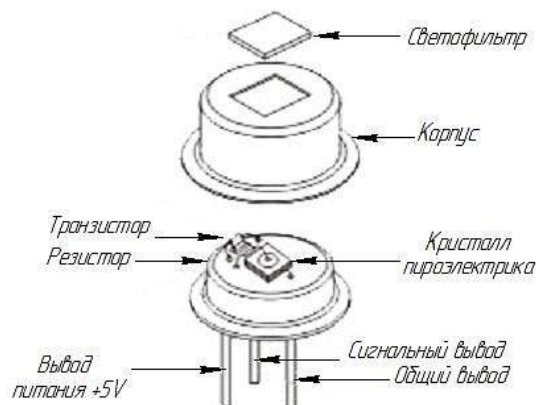


Рисунок 3 - Устройство пироэлектрического датчика: 1-светофильтр; 2-корпус; 3-транзистор; 4-резистор; 5-кристалл пироэлектрика; 6-вывод питания +5В; 7-общий вывод; 8-сигнальный вывод.

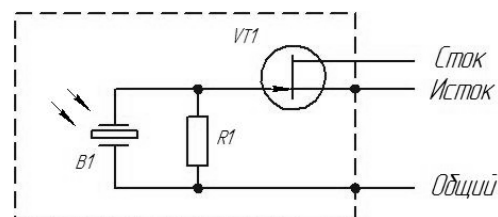


Рисунок 4 - Типовая схема пироэлектрического датчика.

Чувствительным элементом *B1* служит своеобразный конденсатор – пластина из пироэлектрика с металлическими обкладками. На одну из обкладок нанесен слой вещества, способного поглощать электромагнитное (тепловое) излучение. В результате поглощения энергии температура пластины конденсатора увеличивается и между обкладками появляется напряжение строго определенной

полярности. Будучи приложенным к участку затвор-исток встроенного полевого транзистора VT1, оно вызывает изменение сопротивления его канала. Выходной сигнал снимают с внешнего нагрузочного резистора, включенного в цепь стока транзистора. Через некоторое время, независимо от того продолжает действовать на датчик тепловое излучение или нет, конденсатор разрядится через сопротивление утечки R1 – выходной сигнал спадает до нуля. Зачастую датчики снабжают несколькими чувствительными элементами, соединенными последовательно с чередующейся полярностью. Этим обеспечивают нечувствительность прибора к равномерному фоновому облучению и получение знакопеременного выходного напряжения при перемещении сфокусированного изображения объекта по чувствительной поверхности датчика.

Спектральная чувствительность датчика формируется за счет поглощающей способности материала, которым покрыты пластины пироэлектрика. На рисунке 5 приведены различные спектральные характеристики пироэлектрических датчиков.

Пироэлектрические датчики со спектральной характеристикой 4 наиболее подходят для дистанционных измерителей температуры [6, 7].

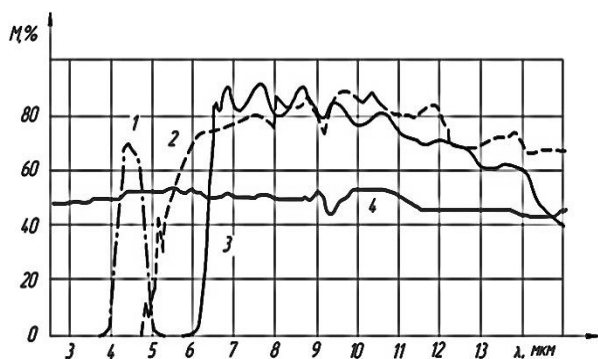


Рисунок 5 - Различные спектральные характеристики пироэлектрических датчиков [10]. 1 – для обнаружения пламени; 2,3 – для фиксации движения человека; 4 – для использования в дистанционных измерителях температуры.

Для проведения исследования были взяты одинаковые по размеру 30 ячеек, которые заполнили равным количеством предварительно высушенной почвы. Объем формочки – 500 мл. Тип исследуемой почвы – чернозём.

Исследовались почвы с влажностью 0, 2, 5, 7, 10, 20, 30, 40, 50, 60 %. Влажность изменяли путем добавления воды в ячейки.

Контроль состояния влажности почвы проводили методом высушивания согласно

ГОСТ 5180-84 [2]. В процессе проведения эксперимента фиксировали температуру и влажность воздуха с помощью электронного анализатора ТКА ПКМ.

Результаты проведения опыта по исследованию ИК сигналов при измерении влажности почвы сведены в таблицу 2.

Т а б л и ц а 2
Фрагмент результатов эксперимента.

X1	X2	X3	X4	X5	X6	...	X11
6,5	0	0	21,8	48	19	...	-0,064
6,5	2	0,03	21,8	48	19,2	...	-0,121
6,5	5	0,06	21,8	48	19,4	...	-0,171
6,3	7	0,09	21,8	48	21,3	...	-0,213
6,3	10	0,12	21,8	48	20	...	-0,225
6,2	20	0,15	21,8	48	19,4	...	-0,215
12	30	0,18	21,8	48	19,4	...	-0,201
12,8	40	0,21	21,8	48	19,4	...	-0,179
30,4	50	0,24	21,8	48	19,1	...	-0,172
43,2	60	0,27	21,8	48	19,5	...	-0,158

В таблице 2 обозначено: X1 – влажность почвы, %; X2 – количество влаги в почве (добавлено), %; X3 – время анализа, час (десятичные); X4 – температура воздуха, °C; X5 – относительная влажность воздуха, %; X6 – температура почвы, °C; X11 – сигнал, полученный с пироэлектрического датчика.

По результатам исследования в пакете MathCAD [3] было получено уравнение регрессии второго порядка $T = k_0 + k_1 W + k_2 W^2$ зависимости температуры почвы от ее влажности (рисунок 6), а также уравнение регрессии первого порядка $T_n = k_1 \cdot T_s + k_0$ зависимости температуры почвы от ее влажности (рисунок 7) и уравнение $T_{np} = k_0 + k_1 W + k_2 W^2$ – зависимость сигнала прибора от влажности почвы (рисунок 8).

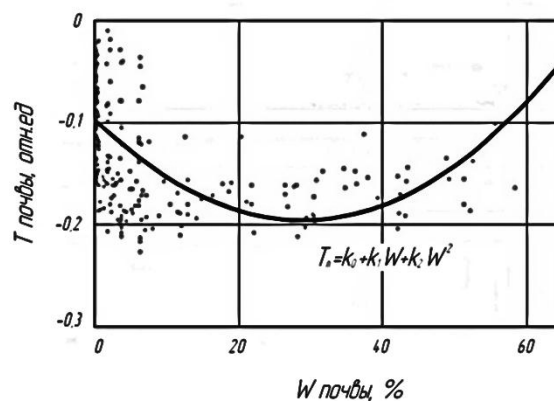


Рисунок 6 - Зависимость температуры почвы от ее влажности.

Таким образом, нами показано, что ИК излучение почвы нелинейно зависит от ее влажности. Нелинейность полученной регрессии объясняется зависимостью температуры почвы не только от влажности, но и от температуры самой почвы.

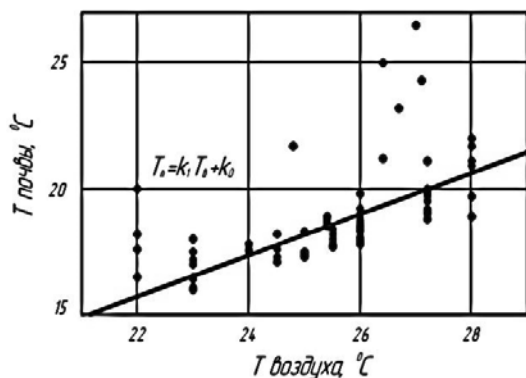


Рисунок 7 - Статистическая зависимость между температурой почвы и температурой воздуха

Из графика, представленного на рисунке 7, видно, что между температурой воздуха и температурой земной поверхности в зависимости от ее состояния существует определенная статистическая связь. Среднее значение температуры почвы в момент измерения равно 19 °C, а температуры воздуха - 26 °C, т.е. разница температур составляет 7 °C и она отрицательна, т.е. температура почвы всегда меньше, чем температура воздуха – окружающего фона.

Лабораторные исследования показали существенную зависимость излучения от влажности почвы, а также от ее температуры, что необходимо учитывать при калибровке прибора (рисунок 8).

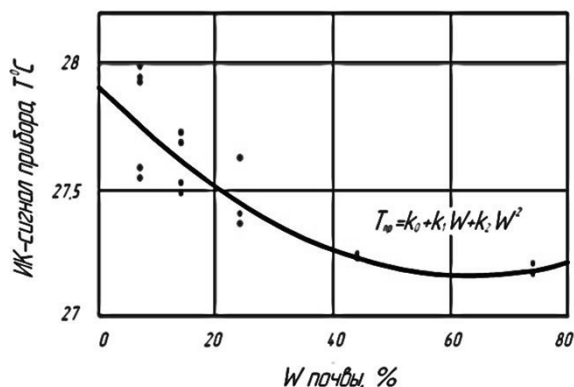


Рисунок 8 - График зависимости сигнала прибора от влажности почвы.

Можно сделать нижеследующие выводы. Получена принципиальная возможность определения влажности почвы по ее ИК-излучению в диапазоне 6-14 мкм.

Создана электрическая схема прибора для определения влажности на базе ИК-датчика типа MLX90614ESF.

Сигнал прибора имеет нелинейную зависимость и погрешность, зависящую от температуры почвы и окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Пирозэлектрический датчик типа MLX90614ESF [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.melexis.com/Infrared-Thermometer-Sensors/Infrared-Thermometer-Sensors/MLX90614-615.aspx>. - Загл. с экрана.
- 2 ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик [Текст]. - М.: Изд-во стандартов, 1985.
- 3 Фриск, В.В. Основы теории цепей. Расчеты и моделирование с помощью пакета компьютерной математики MathCAD [Текст] / В.В. Фриск. - М.: Солон-Пресс, 2006.
- 4 Попов, А.Н. Устройство бесконтактного измерения инфракрасной температуры для определения влажности почвы [Текст] / А.Н. Попов, А.С. Гордеев // Вестник Мичуринского аграрного университета. - 2013. - №1.
- 5 Сайт фирмы "Электрик" (Россия) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bezkz.su/>. - Загл. с экрана.
- 6 Пиродатчики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.teren.ru/>. - Загл. с экрана.
- 7 Сайт фирмы "Элемент электро" (Россия) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elem-e.ru/>. - Загл. с экрана.

REFERENCES

- 1 Pyroelectric sensor type MLX90614ESF [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.melexis.com/Infrared-Thermometer-Sensors/Infrared-Thermometer-Sensors/MLX90614-615.aspx>. - Title screen.
- 2 State standard 5180-84. Soils. Laboratory methods for determining physical characteristics [Text]. - M.: Publishing House of Standards, 1985.
- 3 Frisk, V.V. Fundamentals of circuit theory. Calculations and modeling using computer mathematics package MathCAD [Text] / V.V. Frisk. - M.: Solon-Press, 2006.
- 4 Popov, A.N. Non-contact measurement device for infrared temperature determination of soil moisture [Text] / A.N. Popov, A.S. Gordeev // Bulletin of Michurinsk Agrarian University. - 2013. - № 1.
- 5 Site of firm "Electric" (Russia) [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.bezkz.su/>. - Title screen.
- 6 Temperature sensing devices [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.teren.ru/>. - Title screen.
- 7 Site of firm "Element electro" (Russia) [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.elem-e.ru/>. - Title screen.

Профессор Г.В. Абрамов, доцент С.Н. Черняева

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных технологий моделирования и управления, тел. (473) 255-25-50

доцент А.Н. Рязанов, аспирант Д.Ю. Уразов

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств, тел. (473) 255-38-96

Исследование сетевых систем управления и разработка структуры информационного обеспечения систем диагностики, мониторинга и управления промышленными объектами

В статье приводятся исследования сетевой системы управления энергопотреблением в зданиях и сооружениях, которые показывают возможность использования сети Ethernet. Выбраны платформы и вспомогательные средства реализации системы мониторинга и управления, предложены структуры базы данных высокого уровня абстракции и обобщенная структурная схема.

The article presents research of network energy management systems in buildings and constructions that show the possibility of use the Ethernet networks. The platform and aids implementation monitoring and energy management are chosen, database structure a high level of abstraction and a generalized block diagram are proposed.

Ключевые слова: энергопотребление, система, управление.

Тема энергосбережения в последние годы в России приобрела большую актуальность, а повышение энергетической эффективности определено в качестве одного из ключевых приоритетов технологической модернизации страны.

Тепловой режим промышленных объектов регулируется с использованием работы отопительных систем как задающего воздействия. Объектом управления служит оборудование теплоснабжения и обслуживаемое помещение.

Принципиальное аппаратное решение, соответствующее обособленному помещению, со своими компонентами является подсистемой общего программно-аппаратного комплекса системы управления и мониторинга энергопотреблением зданий; при этом для реализации задач мониторинга и управления энергопотреблением необходимы следующие устройства комплекса программно-аппаратных средств:

- датчик температуры воздуха в помещении - ДТ;
- датчик температуры наружного воздуха - ДТНВ;
- датчик температуры теплоносителя - ДТТ;
- датчик давления теплоносителя в трубопроводе - ДФ;

- датчик расхода теплоносителя в трубопроводе - РФ;

- регулятор - Р;
- исполнительный механизм - ИМ.

Предлагается принципиальная схема подключения устройств (рисунок 1).

Основным принципиальным решением данной схемы является взаимодействие всех узлов системы через сеть Ethernet, реализующую метод множественного доступа с контролем несущей и обнаружением коллизий. Для возможности подключения всех компонентов системы управления к сети множественного доступа предлагается использовать специальные устройства – преобразователи сигнала. Каждый из преобразователей имеет возможность одновременного перевода из дискретного вида в цифровой сигналов более чем от одного устройства, для оптимизации работы и в целях экономии средств представляется перспективным использование одного преобразователя для нескольких устройств.

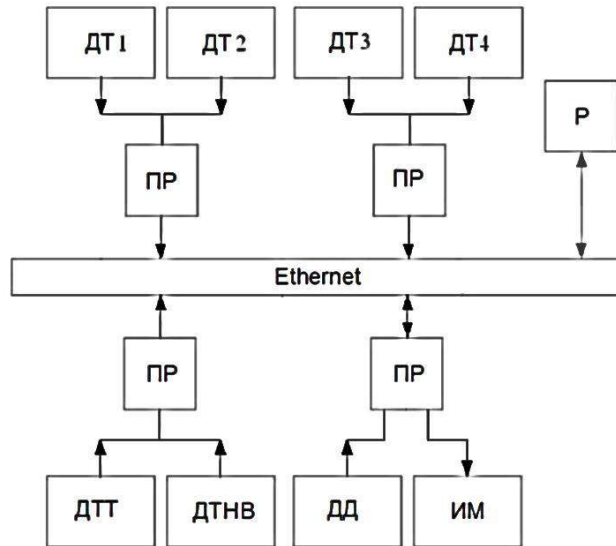


Рисунок 1 - Модифицированная принципиальная схема подключения устройств экспериментального образца СМУЭ

Принимая во внимание тот факт, что передачу сигналов между устройствами системы управления по сети множественного доступа можно представить как случайное квантование сигналов [1], для анализа систем такого вида

представляется возможным использование математических методов теории систем со случайными изменениями структуры [2]. Контур сетевой системы управления (ССУ) будет иметь следующий вид (рисунок 2) [3].

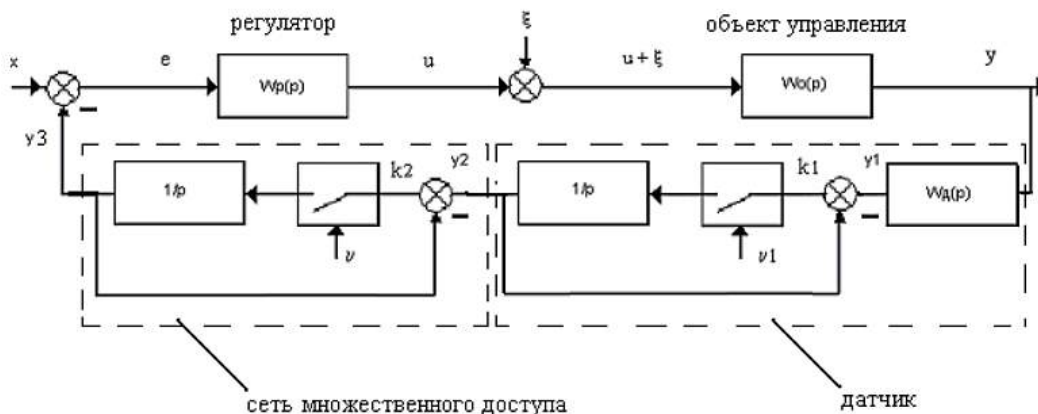


Рисунок 2 - Структурная схема ССУ с состязательным методом доступа.

На представленной схеме: x - входное задающее воздействие; ξ - возмущающее воздействие, действующее на вход объекта; y - выход объекта управления; T - случайный такт квантования, $W_p(p)$ - передаточная функция регулятора; $W_o(p)$ - передаточная функция объекта управления; $W_d(p)$ - передаточная функция датчика; k_1 , k_2 - квантователи; ν_1 , ν_2 - интенсивности квантования.

Принципиальная структурная схема сетевой системы управления энергопотреблением характеризуется использованием сети Ethernet для обмена данными между устройствами. Причем в зависимости от загрузки сети качество работы системы управления значительно меняется.

Использование сети Ethernet для управления энергопотреблением в зданиях и сооружениях оказывает влияние на качество управления и в некоторых случаях, когда загрузка канала близка к максимуму, это воздействие может привести к неустойчивости системы управления. Математический аппарат [2] позволяет осуществлять расчет оптимальных режимов работы, а также рекомендаций по функционированию сетевой системы управления энергопотреблением с целью повышения эффективности ее работы и увеличения энергосбережения.

Одним из направлений автоматизации систем теплоснабжения зданий является разработка на базе современных средств вы-

числительной техники энергосберегающих автоматизированных систем управления, представляющих собой интерактивные системы управления тепловыми режимами по критерию эффективности управления.

Под информационным обеспечением системы мониторинга и управления будем понимать систему, функционирование которой связано с формированием, регистрацией, сбором и хранением информации, адекватно отражающей состояние определенных узлов в процессе их работы. Характерной особенностью информационного обеспечения системы является ее относительность, что связано с использованием одних и тех же данных для решения различных информационных задач. Проектирование системы осуществляется для решения нескольких задач.

Рассмотрим работу разрабатываемой системы для одного контура системы. Цифровой датчик (ЦД) с заданным тактом квантования T_0 квантует выходной сигнал объекта ре-

гулирования (ОР). После считывания данных ЦД передает их цифровому регулятору (ЦР) по каналу связи с высокой латентностью. Если за время T_0 , т.е. до нового квантования выходного сигнала ОР, данные не были переданы ЦР, то ЦД проводит новое квантование и заменяет старые данные на новые. При этом передаче по каналу подлежат новые данные. ЦР на каждом такте квантования выдает на ОР регулирующее воздействие вне зависимости от факта получения данных через канал доступа [3,4].

Частоты работы ЦД и ЦР предполагаются равными и постоянными, но моменты квантования ЦД и моменты выдачи управляющего воздействия на ОР регулятором не совпадают. Полагаем, что моменты выдачи регулирующего воздействия ЦР отстают от соответствующих моментов считывания данных ЦД с выхода объекта регулирования на время T . Хранение всей генерируемой информации будет производиться в базе данных со структурой, показанной на рисунке 3.

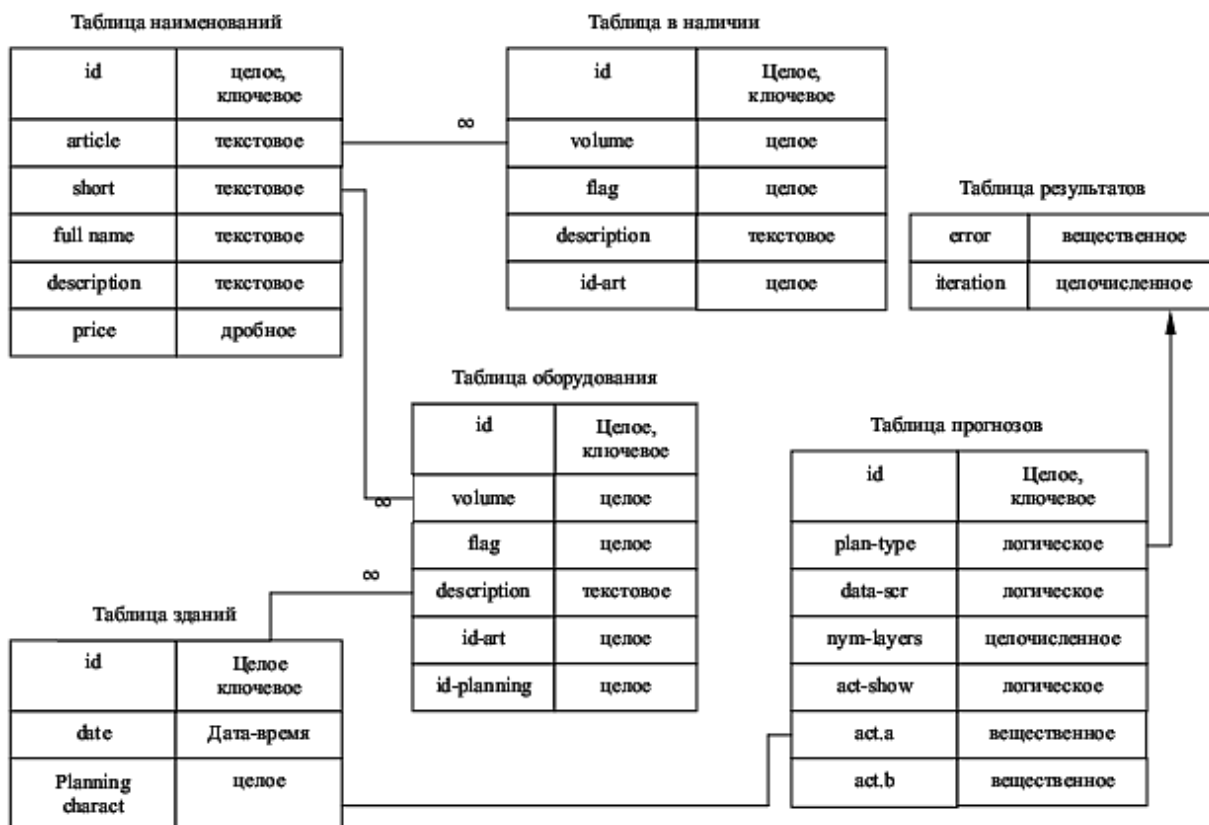


Рисунок 3 - Структура база данных проектируемой системы

Ниже приведено описание ключевых таблиц с описанием их полей. Таблица наименований – таблица устройств, учитывающихся или не учитывающихся (зарегистрированных) в процессе регулирования:

id - идентификатор устройства;
 article - тип устройства (датчик, исполнительный механизм);
 short - название устройства для отображения в системе пользователя;

full name - полное название устройства;
description - дополнительное описание устройства;

price - величина «важности» устройства.

Таблица в наличии – таблица устройств, учитывающихся в процессе регулирования

id - идентификатор устройства;

volume - последнее задание для данного устройства;

flag - параметр включено / выключено устройства;

description - дополнительное описание устройства;

id-art - ключевое поле для связи с таблицей наименований.

Таблица заданий – таблица последних заданий для исполнительных механизмов:

id - идентификатор записи;

date - дата последнего задания;

planning charact - идентификатор прогноза.

Таблица оборудования – таблица связи между устройствами и заданиями для устройств:

id - идентификатор записи;

volume - последнее задание для данного устройства;

flag - параметр включено/выключено устройства;

description - дополнительное описание устройства;

id-art - ключевое поле для связи с таблицей наименований;

id-planning - ключевое поле для связи с таблицей прогнозов.

Таблица прогнозов.

id - идентификатор записи прогноза;

plan-type - параметр включено/выключено для прогноза;

data-scr - тип прогноза (регулярный/нерегулярный), описывает ежедневное изменение или одноразовое;

act.a, act.b - величины изменения настроек регулирования при вступлении прогноза в действие.

Таблица результата – результаты процесса управления:

error - величина рассогласования;

iteration - номер такта квантования.

Обобщенная структурная схема работы с данной системой представлена на рисунке 4. В результате работы предложена архитектура информационной системы, решающая задачу, поставленную выше. Придерживаясь данной архитектуры можно реализовать систему, осуществляющую прозрачное взаимодействие с пользователем и устройствами системы при процессах мониторинга и управления энергопотреблением.

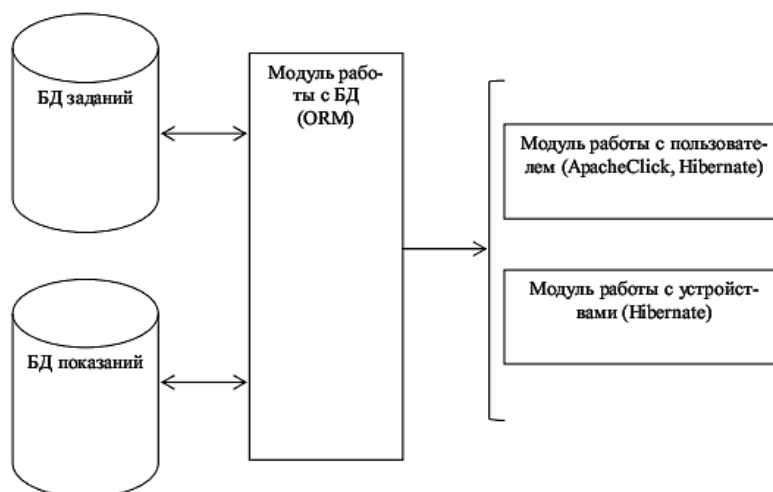


Рисунок 4 - Обобщенная структурная схема проектируемой системы

ЛИТЕРАТУРА

1 Ивашин, А. Л. Цифровая система управления с передачей информации по каналу множественного доступа и регулярным тактом квантования [Текст] / А. Л. Ивашин, А. Е. Емельянов, Г. В. Абрамов // Автоматизация и современные технологии. - 2009. - №9. - С. 35 - 39.

2 Абрамов, Г.В. Моделирование сетевых систем управления с передачей информации по каналу множественного доступа с учетом зависимости потоков квантования [Текст] / Г.В. Абрамов, А.Е. Емельянов, М.Н. Ивлиев // Системы управления и информационные технологии. - 2008. - № 1(31). - С. 4-7.

3 Абрамов, Г.В. Математическое моделирование цифровых систем управления с передачей информации по каналу множественного доступа [Текст] / Г.В. Абрамов, М.Н. Ивлиев, А.Е. Емельянов // Системы управления и информационные технологии. - 2007. - № 3 (29). - С. 27 - 32.

4 Артемьев, В.М. Дискретные системы управления со случайным периодом квантования [Текст] / В.М. Артемьев, А.В. Ивановский. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 96 с.

5 Антипов, С.Т. . Обоснование необходимости и возможный принцип построения автоматизированной экспертной диагностической системы электрооборудования [Текст] / С.Т. Антипов, А.Н. Рязанов, Д.Ю. Уразов, А.В. Андриевский // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. - 2011. - № 12. - С. 43-46.

REFERENCES

1 Ivashin, A.L. Digital control system with the transmission of information via multiple access and regular tact quantization [Text] / A.L. Ivashin, A.E. Emelyanov, G.V. Abramov // Automation and modern technology. - 2009. - № 9. - P. 35 - 39.

2 Abramov, G.V. Simulation of networked control systems with information transfer via multiple access streams into account the dependence of quantization [Text] / G.V. Abramov, A.E. Emelyanov, M.N. Ivliev // Control Systems and Information Technology. - 2008. - № 1 (31). - P. 4-7.

3 Abramov, G.V. Mathematical modeling of digital control systems with information transfer via multiple access [Text] / G.V. Abramov, M.N. Ivliev, A.E. Emelyanov // Control Systems and Information Technology. - 2007. - № 3(29). - P. 27 - 32.

4 Artemyev, V.M. Digital control system with random sampling period [Text] / V.M. Artemyev, A.V. Ivanovskii. - Energoatomizdat, 1986. - 96 p.

5 Antipov, S.T. Justification of the need and possible principle of automated expert diagnostic electrical system [Text] / S.T. Antipov, A.N. Ryzanov, D.U. Urazov, A.V. Andrievskii // FES: Finance. Economy. Strategy. - 2011. - № 12. - P. 43-46.

Профессор А.В. Жучков

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов химических производств, тел. (473) 249-91-13

доцент А.Н. Рязанов, аспирант Д.Ю. Уразов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств, тел. (473) 255-38-96

профессор В.В. Шитов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра промышленно энергетики, тел. (473) 255-44-66

Математическое моделирование процессов нагрева и охлаждения колбасных изделий

В статье проведено математическое моделирование процессов нагрева и охлаждения колбасных изделий с целью определения эталонных характеристик протекания процессов. В графическом виде представлены основные зависимости процессов.

In the article the mathematical modeling of the processes of heating and cooling of sausage products in order to define reference characteristics of the processes was carried out. Basic regularities of the processes are graphically shown.

Ключевые слова: колбасные изделия, процесс нагрева, процесс охлаждения, математическое моделирование

Технология термообработки претерпевает значительные изменения в связи с появлением новых видов оболочек, копильных препаратов, технических инноваций и других факторов. Тем не менее, подбирая режимы термообработки, необходимо руководствоваться не только рекомендациями изготовителей оборудования или упаковочных материалов, но и теоретическими знаниями о сущности и значении каждого этапа этого процесса.

От соблюдения специфического для каждого продукта температурного режима в процессе изготовления напрямую зависят его потребительские свойства, в том числе и вкусовые. Например, при варке и копчении колбас особенно важен контроль температуры как в копильной камере, так и непосредственно внутри продукта, который является гарантией отсутствия в готовой продукции болезнетворных бактерий, а следовательно, доброкачественности и стойкости мясных продуктов при их долговременном хранении. Для определения эталонных характеристик процессов нагрева и охлаждения колбасных изделий формализуем указанные процессы. Рассматривается батон колбасного изделия наружного радиуса R_n , длина которого много больше радиуса (рисунок 1).

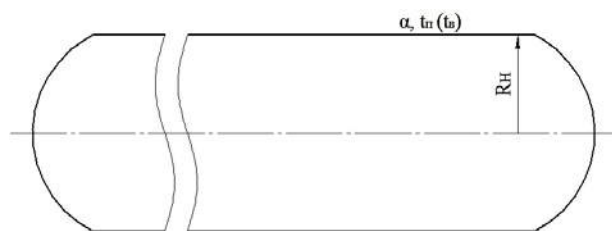


Рисунок 1 - Схематичное изображение колбасного изделия

Изделие помещается в варочную камеру, в которой обрабатывается паровоздушной смесью с температурой $t_n = 80^\circ\text{C}$. Процесс варки колбасы считается завершенным, если температура на оси батона в конце варки достигает 72°C .

После завершения процесса нагревания колбасное изделие перемещается в камеру охлаждения, где охлаждается воздухом с температурой $t_v = 8^\circ\text{C}$ в режиме свободной конвекции.

Цель работы состоит в оценке качества протекания процесса нагрева и охлаждения колбасного изделия по изменению температуры его поверхности в рамках технологического процесса.

Распределение температуры в колбасном изделии определяется уравнением теплопроводности Фурье [1]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \left(\frac{\partial^2 t}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 t}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right), \quad (1)$$

где $\alpha = \lambda / C\rho$ - коэффициент температуропроводности колбасного изделия; λ - коэффициент теплопроводности; C - теплоёмкость колбасы; ρ - плотность колбасы; r, φ, z - цилиндрические координаты (текущие радиус, угол, высота).

Полагая процесс термообработки осесимметричным $\left(\frac{\partial t}{\partial \varphi} = 0 \right)$, а также пренебрегая краевыми эффектами $\left(\frac{\partial t}{\partial z} = 0 \right)$, из (1) получим:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \left(\frac{\partial^2 t}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t}{\partial r} \right) \quad (2)$$

или после преобразования:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial t}{\partial r} \right) \quad (3)$$

где J_0 - функция Бесселя первого рода нулевого порядка; J_1 - функция Бесселя первого рода первого порядка; M_n - корни характеристического уравнения.

$$\frac{J_0(M)}{J_1(M)} = \frac{M}{B_i}, \quad (8)$$

где $B_i = \frac{\alpha R_n}{\lambda}$ - число Био; $R = \frac{r}{R_n}$ - безразмер-

ный радиус; $F_0 = \frac{\alpha \tau}{R_n^2}$ - число Фурье.

Распределение температуры по радиусу колбасного изделия существенно влияет на процесс её последующего охлаждения.

Отметим, что начальные и граничные условия формируются по-разному для периодов нагрева и охлаждения колбасных изделий.

Начальное и граничное условия для уравнения Фурье (3) при нагревании колбасных изделий в процессе варки имеют вид:

$$t(0, r) = t_0, \quad (4)$$

$$\left. \frac{\partial t}{\partial r} \right|_{r=0} = 0, \quad (5)$$

$$\alpha(t - t_n) = -\lambda \left. \frac{\partial t}{\partial r} \right|_{r=R_H}, \quad (6)$$

где α - коэффициент теплоотдачи от паровоздушной смеси к поверхности колбасного изделия; λ - теплопроводность колбасного изделия.

Граничное условие (5), записанное из условия симметрии температурного поля на оси (6), является граничным условием третьего рода для поверхности колбасного изделия.

Решение для нагревания колбасного изделия в процессе варки имеет вид [1]:

$$\theta = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2J_1(M_n)}{M_n [J_0^2(M_n) + J_1^2(M_n)]} \cdot J_0(M_n R) \cdot \exp(-M_n^2 F_0), \quad (7)$$

$$\theta = \frac{t - t_n}{t_0 - t_n} - \text{безразмерная температура,}$$

Как следует из характеристического уравнения (8), значения M_n зависят от числа Био. Таблица для первых шести корней M_n в зависимости от B_i приведена в [1].

В конце процесса нагревания (обычно при $F_0 > 0,3$) реализуется так называемый регулярный режим теплообмена [2], при котором в решении (7) можно пренебречь всеми слагаемыми ряда, кроме первого:

$$\theta \approx \frac{2J_1(M_1)}{M_1 [J_0^2(M_1) + J_1^2(M_1)]} \cdot J_0(M_1 R) \cdot \exp(-M_1^2 F_0) \quad (9)$$

Рассмотрим предельные распределения температуры по радиусу колбасного изделия в конце процесса нагрева.

При достаточно высоком коэффициенте теплоотдачи α и малом наружном радиусе изделия R_n значение числа $Bi > 50,0$. В этом случае перепад температуры на границе пренебрежимо мал по сравнению с перепадом температуры в колбасном изделии (рисунок 2а). Температура поверхности $t_c \approx t_n$, и граничные условия III рода вырождаются в граничные условия I рода.

В этом случае из (8) следует:

$$J_0(M_1) \approx 0, \quad (10)$$

$$M_1 \approx 2.40 \quad (11)$$

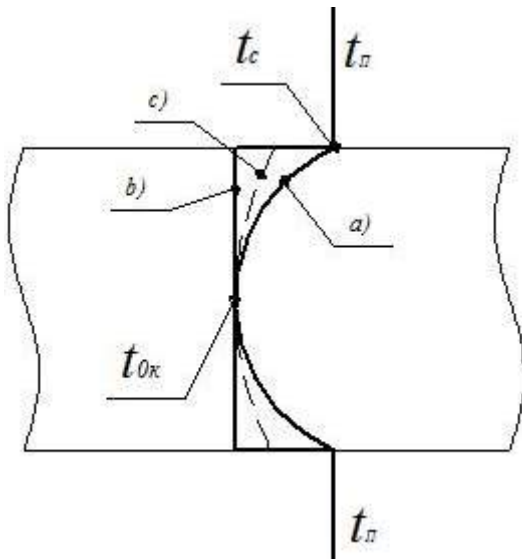


Рисунок 2 - Распределение температуры по радиусу колбасного изделия в конце процесса нагрева (а - для $Bi \geq 50,0$; б - для $Bi \leq 0,1$; в - для $0,2 < Bi < 50,0$)

Решение (7) преобразуется к виду:

$$\theta \approx \frac{2}{M_1 J_1(M_1)} \cdot J_0(M_1 R) \cdot \exp(-M_1^2 F_0) \quad (12)$$

В случае малого значения коэффициента теплоотдачи, когда $Bi < 0,2$, температурное поле в колбасном изделии однородно (рисунок 2б). При всех остальных значениях $0,2 < Bi < 50,0$ кривая с распределения температуры по радиусу в конце процесса варки лежит между кривыми а и б (рисунок 2).

Очевидно, что при последующем охлаждении колбасных изделий температура её поверхности в случае а будет несколько выше, чем в случае б.

После завершения процесса варки колбасное изделие помещается в помещение с температурой воздуха t_b , где охлаждается в режиме свободной конвекции. Коэффициент теплоот-

дачи определяется из критериального соотношения [2]:

$$Nu = 0,5 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,25}, \quad (13)$$

где $Gr = \frac{gd^3}{\nu^2} \cdot \frac{t_c - t_b}{t_c + 273}$ - число Грасгофа;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения; $d = 2R_n$ - диаметр колбасного изделия; ν - кинематическая вязкость воздуха; t_c - температура поверхности колбасного изделия; Pr - число

Прандтля для воздуха; $Nu = \frac{\alpha \cdot d}{\lambda_a}$ - число

Нуссельта; α - коэффициент теплоотдачи; λ_a - теплопроводность воздуха.

Коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha = 0,5 \frac{\lambda_a}{d} (Gr \cdot Pr)^{0,25} \quad (14)$$

Поскольку температура t_c существенно изменяется в процессе охлаждения, коэффициент теплоотдачи также сильно изменяется - в два и более раз (рисунок 3). Граничное условие (6) становится нелинейным, что не позволяет воспользоваться известными решениями теплообмена для цилиндра, полученными для постоянного коэффициента теплоотдачи α .

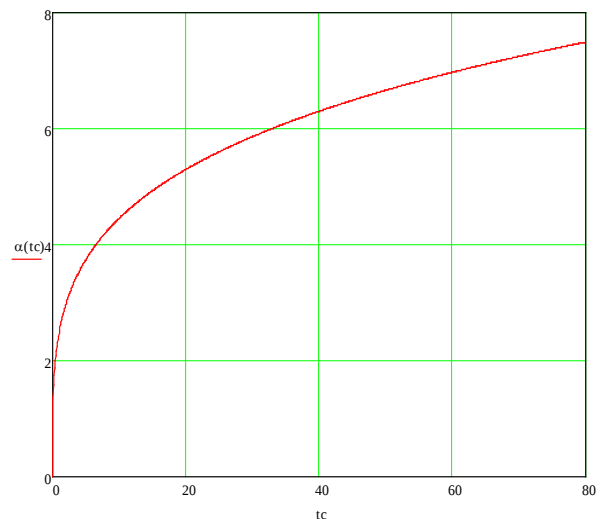


Рисунок 3 - Зависимость коэффициента теплоотдачи колбасы от температуры поверхности, $R_n = 0.04 \text{ м}$, $t_b = 0^\circ \text{C}$

Для решения задачи об охлаждении колбасного изделия воспользуемся численным методом [3].

Перейдём от дифференциального уравнения (3) к его дискретному аналогу на сетке с

постоянным шагом (рисунок 4) с использованием явной схемы.

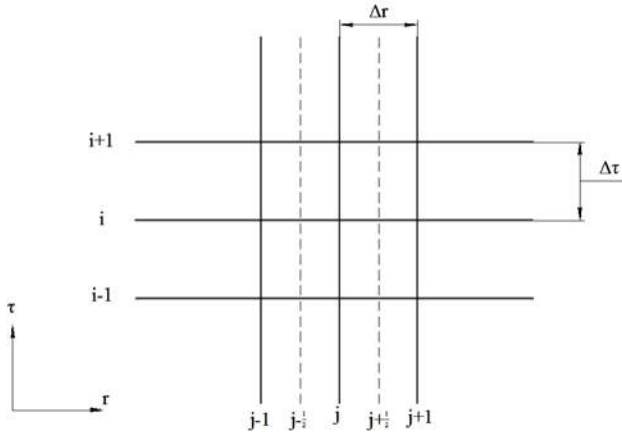


Рисунок 4 - Фрагмент дискретной сетки.

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} \approx \frac{t_{i+1,j} - t_{i,j}}{\Delta \tau}, \quad (15)$$

$$\frac{t_{i+1,j} - t_{i,j}}{\Delta \tau} = \frac{\alpha}{(\Delta r)^2} \left[\left(r_j + \frac{1}{2} \Delta r \right) (t_{i,j+1} - t_{i,j}) - \left(r_j - \frac{1}{2} \Delta r \right) (t_{i,j} - t_{i,j-1}) \right], \quad (19)$$

или

$$t_{i+1,j} = t_{i,j} + F_{0c} \left[\left(r_j + \frac{1}{2} \Delta r \right) (t_{i,j+1} - t_{i,j}) - \left(r_j - \frac{1}{2} \Delta r \right) (t_{i,j} - t_{i,j-1}) \right], \quad (20)$$

где $F_{0c} = \frac{\alpha \Delta \tau}{(\Delta r)^2}$ - сеточное число Фурье.

Выражение (20) позволяет вычислить значение температуры в узле j на последующем шаге по времени i + 1, если известны значения температуры в трех узлах по радиусу на предшествующем шаге по времени $t_{(i,j-1)}$, $t_{(i,j)}$, $t_{(i,j+1)}$.

Для обеспечения устойчивости вычислительного процесса необходимо шаг по времени $\Delta \tau$ выбирать достаточно малым, так, чтобы выполнялось условие:

$$F_{0c} \leq \frac{1}{2} \quad (21)$$

Температура в узле j₁ (на наружной поверхности) определяется из (6) с учетом (14):

$$\frac{\vartheta_{i,j1} - \vartheta_{i,j1-1}}{\Delta r} = -0.5 \cdot \frac{\lambda_g}{\lambda d} \left[\frac{g d^3}{\nu^2} \cdot \frac{\text{Pr}}{(t_g + 273)} \right]^{0.25} \cdot \vartheta_{j1}^{1.25}, \quad (22)$$

где $\vartheta = t - t_g$ - избыточная температура.

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial r} \cdot \left(r \cdot \frac{\partial t}{\partial r} \right) &\approx \frac{1}{\Delta r} \left[r_{j+\frac{1}{2}} \cdot \frac{t_{i,j+1} - t_{i,j}}{\Delta r} - r_{j-\frac{1}{2}} \cdot \frac{t_{i,j} - t_{i,j-1}}{\Delta r} \right] = \\ &= \frac{1}{(\Delta r)^2} \cdot \left[r_{j+\frac{1}{2}} (t_{i,j+1} - t_{i,j}) - r_{j-\frac{1}{2}} (t_{i,j} - t_{i,j-1}) \right], \end{aligned} \quad (16)$$

где i - номер шага по времени τ ; j - номер шага по радиусу r; $\Delta \tau$ - шаг по времени; Δr - шаг по радиусу.

$$r_{j+\frac{1}{2}} = r_j + \frac{1}{2} \Delta r, \quad (17)$$

$$r_{j-\frac{1}{2}} = r_j - \frac{1}{2} \Delta r, \quad (18)$$

После подстановки (12), (13) с учетом (17), (18) в уравнение (3) получим:

Из (22) можно получить рекуррентную формулу для вычисления температуры на границе $\vartheta_{i,j1}$:

$$\vartheta_{i,j1} = \frac{\vartheta_{i,j1-1}}{1 + A \cdot \vartheta_{i,j1}^{0.25}}, \quad (23)$$

где

$$A = 0.5 \cdot \Delta r \cdot \frac{\lambda_g}{\lambda} \left[\frac{g \cdot \text{Pr}}{\nu^2 d (t_g + 273)} \right]^{0.25} \quad (24)$$

Дискретный аналог граничного условия (5) для оси:

$$t_{i,0} = t_{i,1} \quad (25)$$

Начальное распределение температуры для процесса охлаждения колбасных изделий принимается по конечному распределению периода нагрева.

В ходе вычислений определяются температуры на оси и поверхности колбасного изделия во всех узлах по времени i. Наибольший интерес представляет температура поверхности колбасного изделия, поскольку по ее изменению оценивается процесс нагревания и охлаждения.

Ниже приводится пример расчета процесса термообработки колбасных изделий для следующих исходных параметров: $R_n=0,04$ м; $t_0=20^\circ\text{C}$; $t_{\kappa 0}=72^\circ\text{C}$; $\rho=994$ кг/м³; $c=3600$ Дж/(кг·К); $\lambda=0,4$ Вт/(м·К); $t_n=80^\circ\text{C}$; $t_\delta=0^\circ\text{C}$; $\rho_\delta=1,13$ кг/м³; $v_\delta=1,70\cdot 10^5$ м²/с; $\lambda_\delta=0,0276$ Вт/(м·К); $Pr=0,699$; $j_1=20$; $\Delta\tau=10$ с; $i_1=360$.

В результате расчетов определено время варки колбасного изделия, при котором достигается температура на оси $t_{\kappa 0}=72^\circ\text{C}$: $\tau_1=6178$ с (≈ 1 ч 43 мин), распределение безразмерной и размерной температуры в конце процесса варки (рисунок 5).

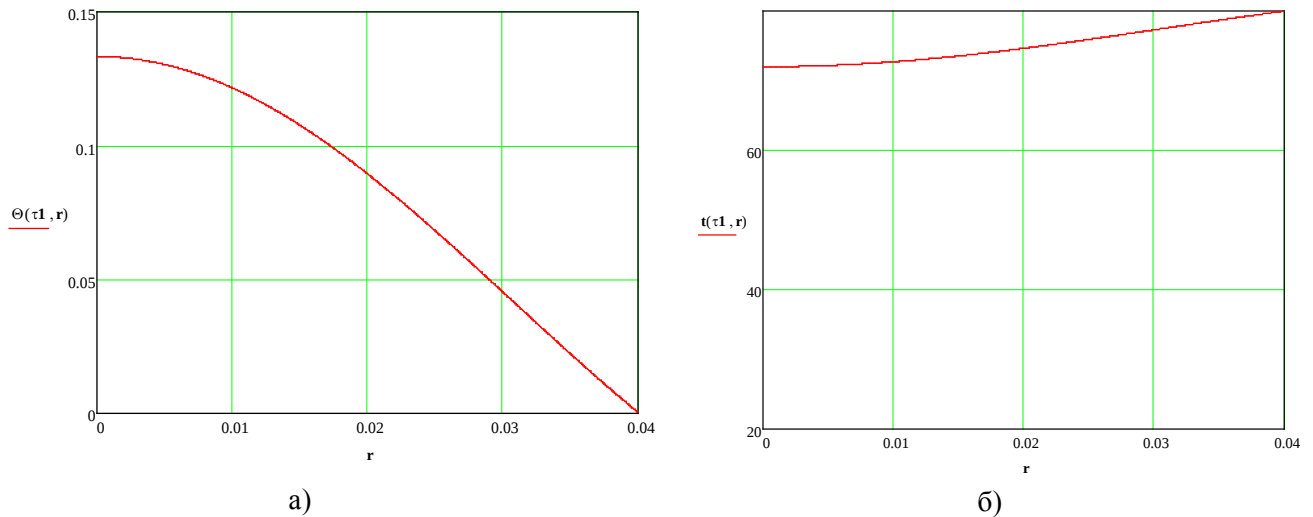


Рисунок 5 - Распределение температуры по радиусу в конце процесса нагрева.
а) - в безразмерном виде, б) - в размерном виде

На рисунке 6 показано распределение температуры по радиусу в конце процесса охлаждения колбасного изделия воздухом (при

$\tau_\kappa=3600$ с). Зависимость температуры центра и поверхности колбасного изделия от времени в процессе охлаждения представлены на рисунке 7

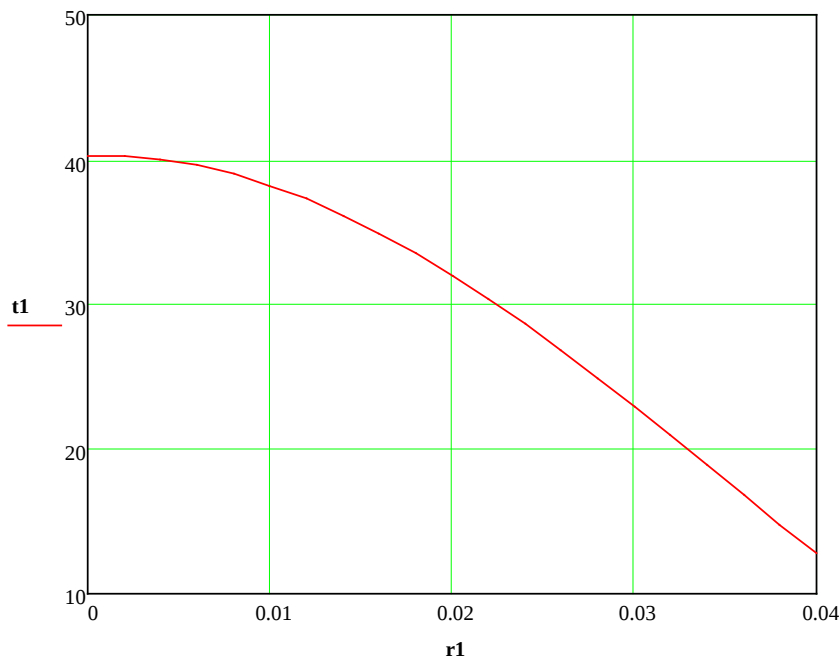


Рисунок 6 - Распределение температуры по радиусу в конце процесса охлаждения.

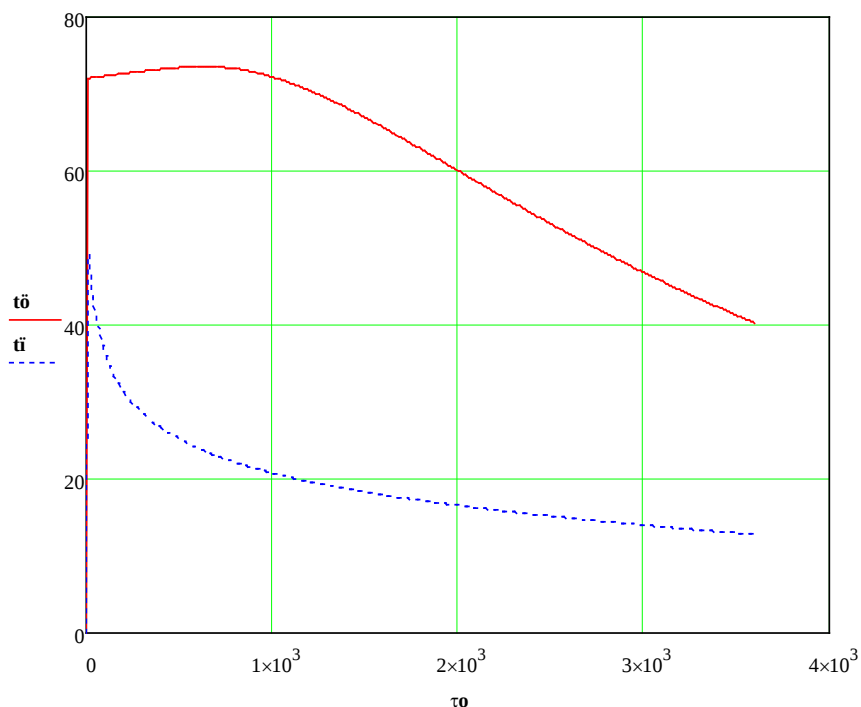


Рисунок 7 - Зависимости температур центра и поверхности колбасного изделия от времени в процессе охлаждения.

Полученные зависимости позволяют с высокой долей точности судить о распределении температуры по радиусу колбасного изделия, основываясь только на температуре его поверхности, что открывает возможность применения новых методов контроля и диагностики технологических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лыков, А.В. Теория теплопроводности [Текст] / А.В. Лыков. - М.: Высшая школа, 1967. - 599 с.
- 2 Исаченко, В.П. Теплопередача [Текст] / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. - М.: Энергоиздат, 1981. - 416 с.
- 3 Бахвалов, Н.С. Численные методы [Текст] / Н.С. Бахвалов. - М.: Бином, 2010. - 636 с.

4 Гинсбург, А.С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов [Текст] / А.С. Гинсбург, М.А. Громов, Г.И. Красовская. - М.: Пищевая промышленность, 1980. - 288 с.

REFERENCES

- 1 Lykov, A.V. Theory of heat conduction [Text] / A.V. Lykov. - M.: Vysshaya shkola, 1967. - 599 p.
- 2 Isachenko, V.P. Heat transfer [Text] / V.P. Isachenko, V.A. Osipova, A.S. Sukomel. - Energoizdat, 1981. - 416 p.
- 3 Bahvalov, N.S. Numerical methods [Text] / N.S. Bahvalov. - M.: Binom, 2010. - 636 p.
- 4 Ginsburg, A.S. Thermal characteristics of foodstuffs [Text] / A.S. Ginsburg, M.A. Gromov, G.I. Krasovskaya. - M.: Pishhevaya promyshlennost, 1980. - 288 p.

Профессор Г.В. Абрамов, ассистент Е.А. Миронченко,
аспирант И.С. Толстова

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных технологий моделирования и управления, тел. (473) 255-25-50

Математическое моделирование процессов при электродуговом синтезе углеродных нанотрубок

В данной работе синтезирована математическая модель теплообмена при синтезе УНТ, учитывающая отвод тепла из зоны испарения анода. Исследовано влияние параметров теплоотводящего элемента (ТЭ) на ширину зоны формирования УНТ.

In this work the mathematical model of heat transfer at synthesis of CNTs considering heat removal from a zone evaporation of the anode are synthesized. Influence of parameters of the heat-removing element on the width of a zone of formation of CNTs is researched.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, синтез, математическая модель, теплоперенос.

Ряд особенностей электродугового синтеза углеродных нанотрубок (УНТ) (наноразмеры получаемого продукта, быстротечность, малые размеры области реакции) усложняют эмпирические исследования и повышают актуальность применения средств математического моделирования.

Во многом определяющим результат данного технологического процесса является действие температуры. Данный факт повышает актуальность математического моделирования температурного поля в установке синтеза УНТ.

Моделирование теплопереноса при электродуговом синтезе УНТ позволит определить роль температурного распределения в формировании депозитных фракций на катоде, выработать рекомендации по оптимизации процесса, а также влияние конструктивных параметров охлаждающего элемента на температурное распределение.

Расчетная схема электродугового синтеза УНТ и фуллеренов может быть представлена в следующем виде (рисунок 1).

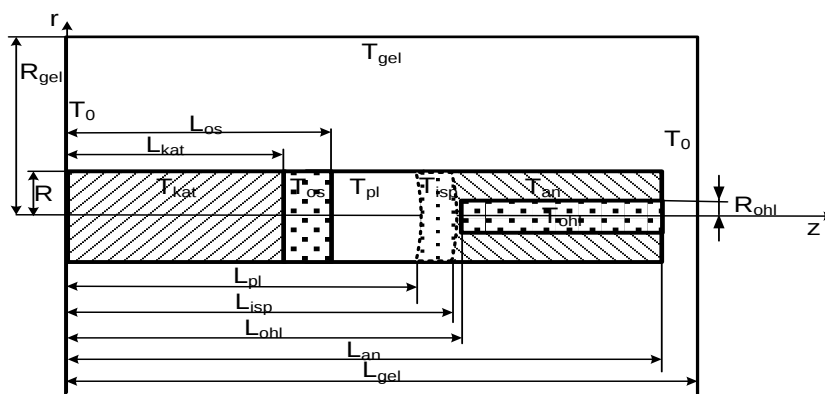


Рисунок 1 - Расчетная схема процесса теплообмена

где T_{an} , T_{kat} , T_{os} , T_{pl} , T_{isp} , T_{ohl} , T_0 – температура анода, катода, осадка, плазмы, испарения, теплоотводящего элемента, окружающей среды соответственно; L_{an} , L_{kat} , L_{os} , L_{pl} , L_{isp} , L_{ohl} – расстояние от начала координат до правой границы анода, катода, осадка, плазмы, испарения, левой и правой границы теплоотводящего элемента соответственно;

R , R_{ohl} , R_{gel} – радиус электродов, теплоотводящей компоненты и рассматриваемого объема гелия соответственно.

Проведенный анализ процесса электродугового синтеза УНТ позволил выделить основные способы передачи тепла в рассматриваемой системе. Было сделано допущение о том, что механизм передачи тепла в плазме – конвективная теплопроводность с объемным

источником тепла; в аноде, катоде, осадке, теплоотводящем элементе – теплопроводность; в буферном газе – конвективная теплопроводность [1, 2, 3]. Влияние излучения плазмы и излучения нагретых электродов не учитывалось. Плазма, осадок и рассматриваемый объем гелия имеют форму цилиндра, учитывается изменение подвижной границы формирования депозита на катоде и испарения анода во времени. Теплофизические параметры приняты постоянными.

Помимо этого полагалось, что в течение процесса графитовые электроды сохраняют постоянство плотности и однородность.

На основе принятых допущений была синтезирована математическая модель теплообмена при синтезе УНТ, учитывающую отвод тепла из зоны испарения анода. В основе модели лежат уравнения теплопроводности [4].

С учетом принятых допущений и оценок исходная система уравнений теплообмена в операторной форме примет вид:

$$\begin{cases} \rho_{an} \cdot C_{an} \cdot \frac{\partial T_{an}}{\partial t} = k_{an} \cdot \left(\frac{\partial^2 T_{an}}{\partial r^2} + (1/r) \cdot \frac{\partial T_{an}}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_{an}}{\partial z^2} \right) \\ \rho_{kat} \cdot C_{kat} \cdot \frac{\partial T_{kat}}{\partial t} = k_{kat} \cdot \left(\frac{\partial^2 T_{kat}}{\partial r^2} + (1/r) \cdot \frac{\partial T_{kat}}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_{kat}}{\partial z^2} \right) \\ \rho_{ohl} \cdot C_{ohl} \cdot \frac{\partial T_{ohl}}{\partial t} = k_{ohl} \cdot \left(\frac{\partial^2 T_{ohl}}{\partial r^2} + (1/r) \cdot \frac{\partial T_{ohl}}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_{ohl}}{\partial z^2} \right) \\ \rho_{os} \cdot C_{os} \cdot \frac{\partial T_{os}}{\partial t} = k_{os} \cdot \left(\frac{\partial^2 T_{os}}{\partial r^2} + (1/r) \cdot \frac{\partial T_{os}}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_{os}}{\partial z^2} \right) \\ \rho_{gel} \cdot C_{gel} \cdot \left(\frac{\partial T_{gel}}{\partial t} + u_{gelr} \frac{\partial T_{gel}}{\partial r} + u_{gelz} \frac{\partial T_{gel}}{\partial z} \right) = \\ = k_{gel} \cdot \left(\frac{\partial^2 T_{gel}}{\partial r^2} + (1/r) \cdot \frac{\partial T_{gel}}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_{gel}}{\partial z^2} \right) \\ \rho_{pl} \cdot C_{pl} \cdot \left(\frac{\partial T_{pl}}{\partial t} + v_{plr} \frac{\partial T_{pl}}{\partial r} + u_{plz} \frac{\partial T_{pl}}{\partial z} \right) = \\ = k_{pl} \cdot \left(\frac{\partial^2 T_{pl}}{\partial r^2} + (1/r) \cdot \frac{\partial T_{pl}}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_{pl}}{\partial z^2} \right) + Q \end{cases} \quad (1)$$

где k_{an} , k_{kat} , k_{os} , k_{pl} , k_{gel} , k_{ohl} – теплопроводность анода, катода, осадка, плазмы, ТЭ соответственно; ρ_{an} , ρ_{kat} , ρ_{os} , ρ_{pl} , ρ_{ohl} – плотность анода, катода, осадка, плазмы, ТЭ соответственно; C_{an} , C_{kat} , C_{os} , C_{pl} , C_{ohl} – удельная теплоемкость анода, катода, осадка, плазмы, ТЭ соответ-

ственно; u_r , u_z – составляющие вектора скорости вдоль осей координат; Q – объемное тепловыделение; T_{an} , T_{kat} , T_{os} , T_{pl} , T_{ohl} – температура анода, катода, осадка, плазмы, ТЭ соответственно; η – динамическая вязкость гелия.

В начальный момент времени температура всех компонент рассматриваемой системы принимается равной температуре окружающей среды: $T_{0gel} = T_{0an} = T_{0kat} = T_{0os} = T_{0pl} = T_0$.

Граничные условия в рассматриваемой системе координат имеют следующий вид [5,6].

Для катода:

$$\begin{cases} T_{kat}|_{z=0} = T_0 \\ k_{kat} \frac{\partial T_{kat}}{\partial z} \Big|_{z=l_{kat}} = k_{os} \frac{\partial T_{os}}{\partial z} \Big|_{z=l_{kat}} \\ k_{kat} \frac{\partial T_{kat}}{\partial r} \Big|_{r=R} = \alpha_{gel}(T_{kat} - T_0) \Big|_{r=R} \\ \frac{\partial T_{kat}}{\partial r} \Big|_{r=0} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Для осадка:

$$\begin{cases} k_{kat} \frac{\partial T_{kat}}{\partial z} \Big|_{z=l_{kat}} = k_{os} \frac{\partial T_{os}}{\partial z} \Big|_{z=l_{kat}} \\ T_{os}|_{z=l_{os}(t)} = T_{pl}|_{z=l_{os}(t)} \\ k_{os} \frac{\partial T_{os}}{\partial r} \Big|_{r=R} = \alpha_{gel}(T_{os} - T_0) \Big|_{r=R} \\ \frac{\partial T_{os}}{\partial r} \Big|_{r=0} = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Для анода:

$$\begin{cases} T_{an}|_{z=l_{isp}(t)} = T_{isp}|_{z=l_{isp}(t)} \\ T_{an}|_{z=l_{an}} = T_0 \\ k_{an} \frac{\partial T_{an}}{\partial r} \Big|_{r=R} = \alpha_{gel}(T_{an} - T_0) \Big|_{r=R} \\ \frac{\partial T_{an}}{\partial r} \Big|_{r=0} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Для плазмы:

$$\begin{cases} T_{pl}|_{z=l_{os}(t)} = T_{os}|_{z=l_{os}(t)} \\ T_{pl}|_{z=l_{isp}(t)} = T_{isp}|_{z=l_{isp}(t)} \\ k_{pl} \frac{\partial T_{pl}}{\partial r} \Big|_{r=R} = \alpha_{gel}(T_{pl} - T_0) \Big|_{r=R} \\ \frac{\partial T_{pl}}{\partial r} \Big|_{r=0} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Для теплоотводящего элемента:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_{ohl} \frac{\partial T_{ohl}}{\partial z} \Big|_{z=L_{ohl}(t)} = k_{an} \frac{\partial T_{an}}{\partial z} \Big|_{z=L_{ohl}(t)} \\ k_{ohl} \frac{\partial T_{ohl}}{\partial z} \Big|_{z=L_{an}} = k_{gel} \frac{\partial T_{gel}}{\partial z} \Big|_{z=L_{an}} \\ \frac{\partial T_{ohl}}{\partial r} \Big|_{r=R_{ohl}} = 0 \\ \frac{\partial T_{ohl}}{\partial r} \Big|_{r=0} = 0 \end{array} \right. \quad (6)$$

Для буферного газа:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_{gel} \Big|_{z=0} = T_0 \\ T_{gel} \Big|_{z=L_{gel}} = T_0 \\ T_{gel} \Big|_{r=R_{gel}} = T_0 \\ \frac{\partial T_{gel}}{\partial r} \Big|_{r=0} = 0 \end{array} \right. \quad (7)$$

В качестве функций, описывающих подвижные границы, используются следующий выражения.

Для границы плазма-депозит:

$$L_{os}(t) = L_{kat} + a \cdot t, \quad (8)$$

Для границы анод-плазма:

$$L_{isp}(T(t), t) = L_{pl} + (a1 \cdot T(t)^2 + b1 \cdot T(t) + c1) \cdot t \quad (9)$$

Функции (8)-(9) получены, исходя из экспериментальных данных. Коэффициенты a , $a1$, $b1$, $c1$ определяются экспериментально.

Решение системы дифференциальных уравнений (1) с граничными условиями (2)-(7) проводилось численно с использованием метода декомпозиции области, основанном на конечно-элементной аппроксимации. Алгоритм метода представлен на рисунке 2. Для решения рассматриваемой задачи используется четырехузловой изопараметрический конечный элемент (рисунк 3).

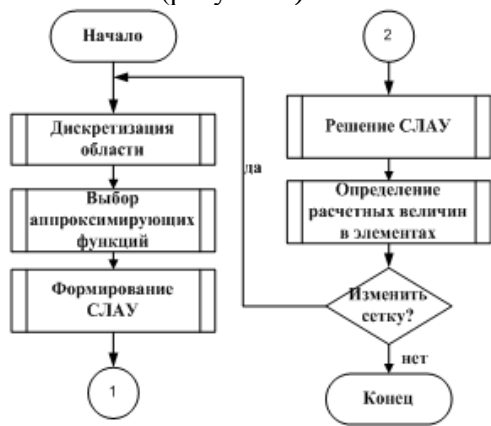


Рисунок 2 - Алгоритм метода конечных элементов

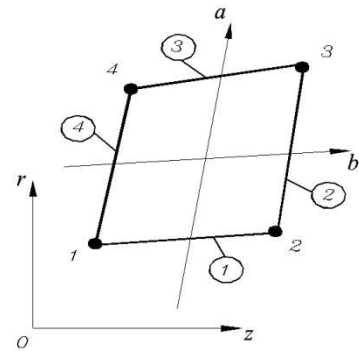


Рисунок 3 – Четырехузловой конечный элемент

Температура T аппроксимируется во всей области конечного элемента функциями форм следующего вида:

$$T(a, b) = \sum_{i=1}^4 N_i(a, b) T_i = [N(a, b)] \{T^{(e)}\} \quad (10)$$

где $N_i(a, b)$ - функции форм; $\{T^{(e)}\}$ - вектор узловых температур конечного элемента.

Решение системы нестационарных дифференциальных уравнений теплопроводности (1) с граничными условиями (2)-(7) заменим другой задачей, т.е. найдем распределение температуры $T(t, r, z)$, минимизирующее следующие функционалы:

$$J_i = \frac{1}{2} \int_V \left[k_i \left(\frac{\partial T_i}{\partial r} \right)^2 + k_i \left(\frac{\partial T_i}{\partial z} \right)^2 - 2T_i \left(Q_i - \rho_i c_i \left(\frac{\partial T_i}{\partial t} + u_{r_i} \frac{\partial T_i}{\partial r} + u_{z_i} \frac{\partial T_i}{\partial z} \right) \right) \right] r dV + \sum_j \int_S r q_{ij} T_i dA + \sum_k \frac{1}{2} \int_S h_{ik} r (T_i - T_0)^2 dA \quad (11)$$

Конечно-разностное уравнение для определения искомой температурной зависимости имеет вид:

$$\left[\frac{2}{\tau} M + K \right] \{T_{t+\tau}\} = \{P_{t+\tau}\} + \left[M \left\{ \frac{2}{\tau} \{T_t\} - \{\dot{T}_t\} \right\} \right] \quad (12)$$

Построенная математическая модель позволяет исследовать влияние параметров теплоотводящего элемента (ТЭ) на температурное распределение.

Важным конструктивным параметром теплоотводящего элемента является его радиус. Исследование влияния радиуса теплоотводящего элемента на ширину зоны формирования УНТ показало, что для рассматриваемой системы наибольшее значение ширины зоны

формирования УНТ достигается при радиусе ТЭ $0.2 \cdot R \div 0.4 \cdot R$, где R – радиус анода.

Анализ влияния расстояния от торца анода до торца ТЭ на ширину зоны формиро-

вания УНТ показал, что для рассматриваемой системы наибольшее значение ширины зоны формирования УНТ достигается при расстоянии, равном $2 \cdot R$ (рисунки 4, 5).

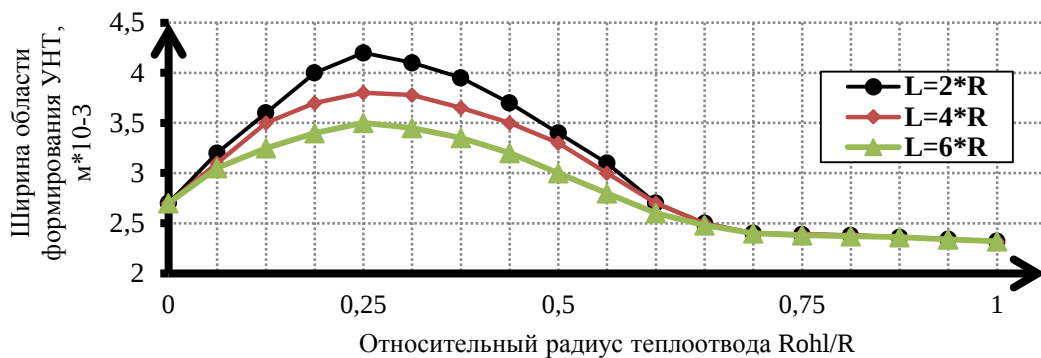


Рисунок 4 - Зависимость ширины зоны формирования УНТ от радиуса ТЭ при различных расстояниях до торца ТЭ

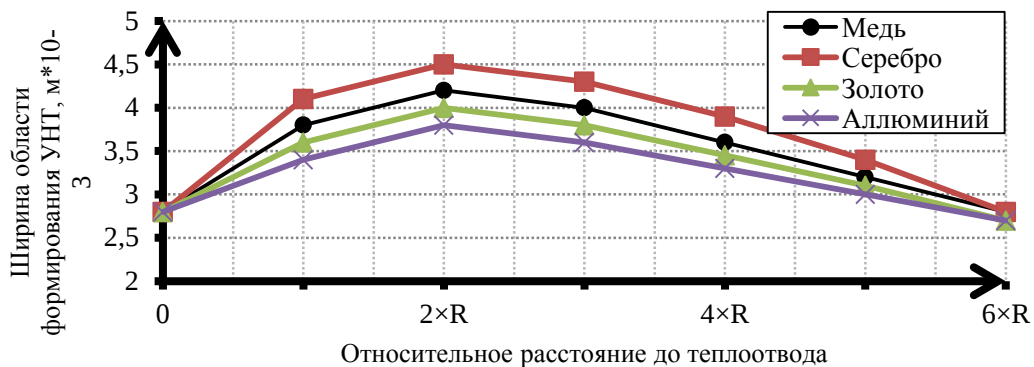


Рисунок 5 - Зависимость ширины зоны формирования УНТ от расстояния до торца ТЭ при различных материалах ТЭ

При разработке технологического оборудования для реализации синтеза УНТ электродуговым методом возможно использование теплоотводящих элементов с различной теплопроводностью. Был проведен анализ влияния материала ТЭ на ширину зоны формирования УНТ. В качестве материала ТЭ рассматривались металлы с наибольшей теплопроводностью. Для рассматриваемой системы с увеличением теплопроводности материала эффек-

тивность отвода тепла возрастает (рисунок 6). Однако при разработке технологического оборудования следует учитывать стоимость данных материалов.

Таким образом, исследование распределения параметров при электродуговом синтезе УНТ позволяет лучше понять особенности процесса и выявить условия, способствующие расширению области формирования УНТ.

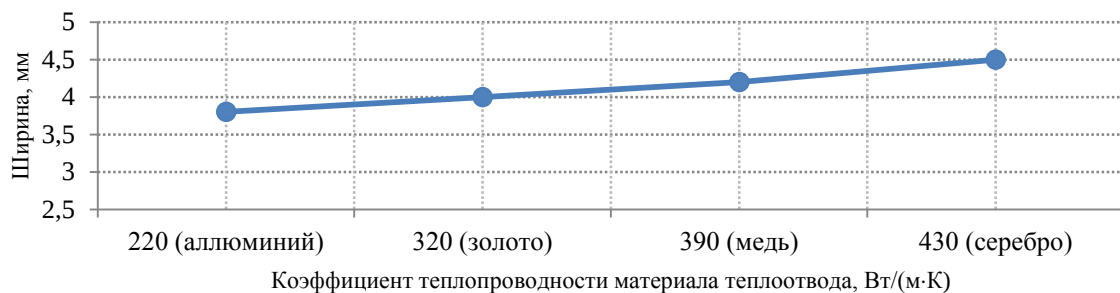


Рисунок 6 - Зависимость ширины зоны формирования УНТ от материала ТЭ

Полученные в результате исследований зависимости распределения параметров при электродуговом синтезе УНТ соответствуют общим представлениям о процессах, происходящих в электродуговом разряде. При этом значение теплового поля влияет на состав углеродного депозита, содержащего нанотрубки.

Результаты исследований создают предпосылки для создания комплекса прикладных программ для имитационного моделирования процессов при электродуговом синтезе углеродных нанотрубок.

ЛИТЕРАТУРА

1 Лыков, А.В. Теория теплопроводности [Текст] / А.В. Лыков. - М.: Высшая школа, 1967. - 600 с.

2 Абрамов, Г.В. Математическое моделирование распространения тепла в аноде при электродуговом синтезе углеродных нанотрубок [Текст] / Г.В. Абрамов, А.Н. Гаврилов, Е.А. Пологно, Е.С. Татаркин // Материалы X междунар. науч.-тех. конф. «Кибернетика и высокие технологии XXI века». - Воронеж: ВГУ, 2009. - Т.2. - С. 791-796.

3 Абрамов, Г.В. Математическое моделирование теплопереноса в электродуговом синтезе углеродных нанотрубок [Текст] / Г. В. Абрамов, А. Н. Гаврилов, Е. А. Пологно // Сборник трудов XXII Междунар. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях - ММТТ-22». - Псков: Издательство ПГПИ, 2009. - Т.9. - С. 220.

4 Абрамов, Г.В. Математическое моделирование выгорания анода при электродуговом синтезе углеродных нанотрубок [Текст] / Г. В. Абрамов, А. Н. Гаврилов, Е. А. Пологно // Сборник материалов всероссийской научно-технической конференции «Общество-Наука-Инновации». - Киров: Издательство «ВятГУ», 2010. - Т. 1. - С. 198 - 201.

5 Абрамов, Г. В. Исследование распределения температуры по графитовому аноду в плазме дугового разряда при получении углеродных нанотрубок [Текст] / Г.В. Абрамов,

А.Н. Гаврилов, Е.А. Пологно // Вестник ВГТА. - 2009. - №2. - С. 4 - 8.

6 Абрамов, Г. В. Численное решение задачи теплопереноса с подвижными границами при дуговом синтезе углеродных нанотрубок [Текст] / Г.В. Абрамов, А.Н. Гаврилов, Е.А. Пологно // Вестник ВГТА. - 2010. - №2. - С.9 - 14.

REFERENCES

1 Lykov, A.V. Theory of heat conduction [Text] / A.V. Lykov. - Moscow: Vyshaya shkola, 1967. - 600 p.

2 Abramov, G.V. Mathematical modeling of heat in the anode when electric arc synthesis of carbon nanotubes [Text] / G.V. Abramov, A.N. Gavrilov, E.A. Pologno, E.S. Tatarkin // Materials of the X Intern. Scientific- tech. conf. "Science and High Technology of XXI century". - Voronezh: VSU, 2009. - V. 2. - P. 791-796.

3 Abramov, G.V. Mathematical modeling of heat transfer in electric arc synthesis of carbon nanotubes [Text] / G.V. Abramov, A.N. Gavrilov, E.A. Pologno // Proceedings of the XXII Intern. scientific. conf. "Mathematical Methods in Engineering and Technology - MMTT -22". - Pskov: Publisher of PSPI, 2009. - V. 9. - P. 220.

4 Abramov, G.V. Mathematical modeling of the anode burnout in electric arc synthesis of carbon nanotubes [Text] / G.V. Abramov, A.N. Gavrilov, E.A. Pologno // Collected materials of the All-Russian Scientific Conference "Society-Science-Innovation". - Kirov: Publisher "Vyatka State University", 2010. - V. 1. - P. 198 - 201.

5 Abramov, G.V. Investigation of the distribution of temperature on the graphite anode in an arc discharge plasma in the preparation of carbon nanotubes [Text] / G.V. Abramov, A.N. Gavrilov, E.A. Pologno // Bulletin of VSTA. - 2009. - № 2. - P. 4 - 8.

6 Abramov, G.V. Numerical solution of heat transfer with moving boundaries in arc synthesis of carbon nanotubes [Text] / G.V. Abramov, A.N. Gavrilov, E.A. Pologno // Bulletin of VSTA. - 2010. - № 2. - P. 9 - 14.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

**ВЕСТНИК
ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**PROCEEDINGS
OF THE VORONEZH STATE
UNIVERSITY OF ENGINEERING
TECHNOLOGIES**

2013, № 4 (58)

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ОСНОВАН В 1938 ГОДУ
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД**

**Воронеж
2013**

Журнал включен в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией
Министерства образования и науки Российской Федерации
для опубликования диссертационных исследований

Материалы журнала размещаются в БД РИНЦ (www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32905),
БД Agris (ЦСХНБ www.cnshb.ru) и
ЭБС Лань (www.e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_cid=227&pl10_id=2217)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Председатель:

ЧЕРТОВ Е.Д. – доктор технических наук, профессор, ректор ВГУИТ (главный редактор)

Заместитель председателя:

АНТИПОВ С.Т. – заслуженный изобретатель РФ, доктор технических наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности ВГУИТ (зам. главного редактора)

Члены редакционного совета:

АБРАМОВ Г.В. – доктор технических наук, профессор ВГУИТ

АНТИПОВА Л.В. – заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор ВГУИТ

БИТЮКОВ В.К. – заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, президент ВГУИТ

КОРНЕЕВА О.С. – заслуженный работник Высшей школы, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой биохимии и биотехнологии ВГУИТ

ОСТРИКОВ А.Н. – заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств ВГУИТ

ПАНФИЛОВ В.А. – академик РАСХН, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

ПОЛЯКОВ В.А. – академик РАСХН, доктор технических наук, профессор, директор ГНУ ВНИИ «Пищевая биотехнология»

ПОПОВ Г.В. – доктор технических наук, профессор, первый проректор ВГУИТ

РОГОВ И.А. – академик РАСХН, заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор МГУПП

СУХАНОВ П.Т. – доктор химических наук, профессор, проректор по учебной работе ВГУИТ

ХИЦКОВ И.Ф. – академик РАСХН, заслуженный деятель науки РФ, доктор экономических наук, профессор, директор НИИ экономики и организации АПК Центрально-Черноземного района России РАСХН

САЛИКОВ Ю.А. – доктор экономических наук, профессор ВГУИТ

ШУТИЛИН Ю.Ф. – заслуженный изобретатель РФ, доктор технических наук, профессор ВГУИТ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ РУБРИК

Процессы и аппараты пищевых производств

ОСТРИКОВ А.Н. (гл. ред.), КАЛАШНИКОВ Г.В. (зам. гл. ред.), АБРАМОВ О.В., АНТИПОВ С.Т., ВАСИЛЕНКО В.Н., КОРНИЕНКО Т.С., КРАВЧЕНКО В.Н., КРАСОВИЦКИЙ Ю.В., КРЕТОВ И.Т., ЛЫТКИНА Л.И., РОДИОНОВА Н.С., ШАХОВ С.В., ШИШАЦКИЙ Ю.И.

Информационные технологии, моделирование и управление

БИТЮКОВ В.К. (гл. ред.), ХАУСТОВ И.А. (зам. гл. ред.), АБРАМОВ Г.В., АВЦИНОВ И.А., БЕЗРЯДИН Н.Н., БУГАЕВ Ю.В., КОЛОДЕЖНОВ В.Н., КУДРЯШОВ В.С., ЛЕБЕДЕВ В.Ф., ПОПОВ Г.В., ТИХОМИРОВ С.Г., ХВОСТОВ А.А., ШИТОВ В.В.

Пищевая биотехнология

АНТИПОВА Л.В. (гл. ред.), СЛОБОДЯНИК В.С. (зам. гл. ред.), БЕССОНОВА Л.П., ГОЛУБЕВА Л.В., ДВОРЯНИНОВА О.П., МАГОМЕДОВ Г.О., ПОНОМАРЁВА Е.И., СУЛЕЙМАНОВ С.М., УСПЕНСКАЯ М.Е., ШЕВЦОВ А.А.

Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология

ШУТИЛИН Ю.Ф. (гл. ред.), КУЧМЕНКО Т.А. (зам. гл. ред.), ЖУЧКОВ В.А., КАРМАНОВА О.В., КОРЕНМАН Я.И., КОРЧАГИН В.И., МОКШИНА Н.Я., НИКУЛИН С.С., НИФТАЛИЕВ С.И., ПАНОВ С.Ю., СУХАНОВ П.Т., ФИЛИМОНОВА О.И.

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

КОРНЕЕВА О.С. (гл. ред.), ГОЛЫБИН В.А. (зам. гл. ред.), БОЛОТОВ В.М., БОЖКО О.Ю., ГРИГОРОВ В.С., ГРОМКОВСКИЙ А.И., КУЛЬНЕВА Н.Г., ЧЕРЁМУШКИНА И.В., ЧЕРЕНКОВ Д.А., ШУВАЕВА Г.П.

Экономика и управление

САЛИКОВ Ю.А. (гл. ред.), ВОРОНИН В.П. (зам. гл. ред.), БАУТИН В.М., БОГОМОЛОВА И.П., ЖУРАВЛЕВ Ю.В., ОВЧИННИКОВА Т.И., ПАДАЛКИН В.Ю., ПАХОМОВ А.И., ПОДМОЛОДИНА И.М.

Официальный сайт «Вестник ВГУИТ» www.vestnik.vsu.ru

Ответственный секретарь: ДЕРКАНОСОВА А.А. (эл. почта: vestnikvgta@mail.ru)

Учредитель: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Журнал зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Воронежской области: Свидетельство о регистрации ПИ № ТУ36-00232 от 29 декабря 2011 г.

Адрес университета, редакции, издательства и отдела полиграфии ФГБОУ ВПО «ВГУИТ»
394036, Воронеж, пр. Революции, 19
тел./факс: (473) 255-37-16

Сдано в набор 11.11.2013. Подписано в печать 26.11.2013.
Формат 70×100 1/8.
Усл. печ. л. 40. Тираж 1500 экз. Заказ. С. – 322.
Цена – свободная.

© ФГБОУ ВПО
«Воронеж. гос. ун-т инж.
технол.», 2013

УДК 664.951

Профессор В.А. Панфилов

(Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева)
кафедра процессы и аппараты перерабатывающих производств

Аграрно-пищевые технологии – шаг к эффективному производству продуктов питания

В статье аграрно-пищевые технологии рассматриваются как научно-техническая база, которая может реально и в обозримые сроки значительно повысить эффективность производства продуктов питания.

The agro-food technologies are considered in the article as scientific and technological base that can really and for the foreseeable time greatly improve the efficiency of food production.

Ключевые слова: аграрно-пищевая технология, сельскохозяйственное сырьё

Новая эпоха для науки и практики производства продуктов питания в России началась на водоразделе 80-х и 90-х годов прошлого века, когда в ВАСХНИЛ было создано Отделение хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Это объединение учёных сельскохозяйственного и перерабатывающих подкомплексов АПК привело к взламыванию межотраслевых и междисциплинарных перегородок, установлению факта взаимосвязей и взаимодействий в природе ведущих процессов технологий продуктов питания и понятию «аграрно-пищевая технология». Нет сомнений в том, что со временем эти связи и зависимости в виде закономерностей технологических процессов станут доминирующими в развитии трёх типов технологических систем (Т.С.), составляющих системный комплекс (рисунок 1):

- Т.С. сборки (синтеза) сельскохозяйственной продукции;
- Т.С. разборки (анализа) сельскохозяйственной продукции на анатомические части;
- Т.С. (сборки) синтеза из этих частей продуктов питания.

Эти три типа технологических систем перемежаются технологическими системами хранения. Такая сквозная аграрно-пищевая технология есть результат сближения, соединения, сжатия аграрных, перерабатывающих и пищевых технологий во времени и в пространстве. Существенное сближение технологий сельскохозяйственного производства (сборка растениеводческой и животноводческой продукции) с технологиями перерабатывающих и пищевых

производств (методы разборки и сборки) даёт новое системное качество этой большой сквозной технологии. Оно заключается в том, что разнообразные биологические, биохимические, химические, физико-химические и физические процессы, ранее столь отдалённые друг от друга во времени и в пространстве и поэтому слабо взаимодействующие между собой, порой вовсе не зависевшие друг от друга, теперь сближаются, «спрессовываются» жёсткими, узкими допусками на величины параметров входа и выхода всех ведущих процессов настолько близко, что начинают непосредственно влиять друг на друга. Возникающий при этом эффект целостности обусловлен высоким качеством связей между технологическими системами. Другими словами, сквозная аграрно-пищевая технология начинает обладать свойствами, которыми ранее, до объединения, не обладали отдельно ни сельскохозяйственные, ни перерабатывающие, ни пищевые технологии. Однако системообразующая роль различных технологических систем в системном комплексе «Аграрно-пищевая технология» неодинакова. Различие в значении частей комплекса приводит к понятию «централизованный системный комплекс», т.е. ведущей роли одной из технологий, а именно технологии разборки сельскохозяйственного сырья на компоненты, которую часто называют «переработкой» [1].

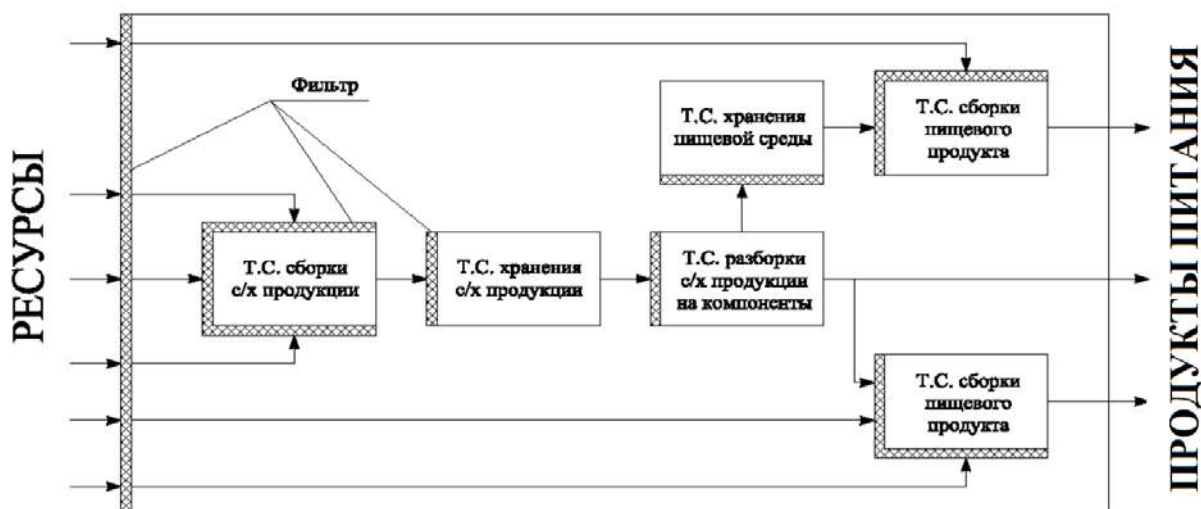


Рисунок 1 - Системный комплекс "Аграрно-пищевая технология"

Из рисунка 1 следует и понятие «фильтра» системного комплекса, а также каждой отдельной технологической системы, под которым понимается контроль и ограничение колебаний параметров входов процессов по значениям качества и количества.

В основу производства и переработки сельскохозяйственной продукции должен быть положен принцип системности, даже если он

не выражен системным языком. Поэтому и селекционная работа, и генная инженерия, и технологии растениеводства, и технологии животноводства должны быть ориентированы на эффективную технологию переработки сельскохозяйственной продукции, т.е. малооперационную и сжатую во времени, что позволит решать, в частности, следующие проблемы (рисунок 2) [2].



Рисунок 2 - Проблемы, решаемые аграрно-пищевыми технологиями

Проблемы, показанные на рисунке 2, не требуют особых пояснений, кроме девятой проблемы. Социализация – это процесс становления личности, в результате которого человек становится полноправным членом нового общества, усваивая определенную систему знаний, представлений, норм и т.д.

Мы должны уяснить и понять, что решение проблемы эффективного производства продуктов питания заключается в технологическом и техническом перевооружении аграрно-промышленного комплекса страны, что позволит обеспечить интенсификацию всех производств в АПК за счёт применения принципов

ально новых технологий и машин, гарантирующих эффективность, прибыльность работы предприятий, высокое качество и конкурентоспособность продукции на потребительском рынке как внутри страны, так и за рубежом.

Многие десятилетия технологические проблемы пищевых производств решались за счёт адаптации технологических свойств сельскохозяйственной продукции к процессам в машинах и аппаратах пищевых производств путём отбора из общего количества сырья части подходящей по кондициям [1]. Настало время под адаптацией сельскохозяйственного производства к пищевым технологиям понимать не отбор части произведённой сельскохозяйственной продукции, а её производство с заранее оговорёнными параметрами и допусками на них. Более узкие допуски на входы и выходы параметров технологических процессов пищевых производств при высокой технологической дисциплине обеспечат не только высокое качество продукции, но и стабильность как отдельных процессов, так и технологического потока в целом, а, следовательно, эффективность, прибыльность как пищевого, так и сельскохозяйственного производства.

Современные машинные технологии непрерывных производств продуктов питания в виде механизированных и автоматизированных поточных линий, созданные в 30-80-х годах XX века, представляют, по существу, первое и единственное поколение таких технологий [3].

Создание на существующей технологической базе линий второго и следующих поколений связано с разработкой систем саморегуляции ведущих процессов, что само по себе исключительно сложно в связи с тем, что отклонение параметра процесса от номинала может происходить в зависимости от мощности внешнего воздействия с различной скоростью. При этом встаёт задача учёта динамического фактора того или иного процесса, чтобы ещё при незначительной величине начавшегося отклонения выработать управляющее воздействие с необходимым упреждением, не допуская излишнего возрастания отклонения выхода процесса даже при мощном возмущающем воздействии. Другими словами, при существующих технологиях необходима очень сложная система автоматики, которая значительно снижает надёжность функционирования технологического потока. Таким образом, создание таких линий второго и следующих поколений на сегодняшний день и технически, и экономически нецелесообразно.

Реальный путь, по которому пошли развитые страны – создание системного комплекса

путём включения в него технологической системы соответствующего сельскохозяйственного производства, то есть переход к аграрно-пищевым технологиям производства продуктов питания. Это означает, что вместо решения вопросов создания сложнейших технических средств контроля и управления технологическими процессами для существующих пищевых технологий, мы подаём на вход этих технологий сырьё с уже заведомо стабильными параметрами, значительно упрощая весь дальнейший процесс производства пищевой продукции с заданными потребительскими свойствами.

Производство растениеводческой и животноводческой продукции по заранее оговорённым требованиям (допускам) и исключительно узкие допуски на показатели выходов технологических процессов при высокой производственной дисциплине обеспечат не только качество выполнения отдельных процессов и стабильность технологического потока в целом, но и необходимую эффективность производства [1].

Внешним дополнением для пищевых технологий при создании аграрно-пищевых технологий становятся процессы сельскохозяйственного производства. Вместе с тем, увеличение размеров технологий продуктов питания и переход от понятия «пищевая технология» к понятию «аграрно-пищевая технология» порождает вопрос о целесообразности усложнения технологического потока. Однако при этом возникает и другой вопрос: корректно ли говорить о короткой, но плохо организованной технологии как о «простой», и о большой, но упорядоченной, хорошо организованной как о «сложной». Структурное усложнение технологии отнюдь не исключает её функциональную простоту. Речь идёт об упрощении условий производственных процессов, поскольку увеличение структурной сложности пищевой технологии компенсируется значительным упрощением связей между ними ввиду стабилизации параметров начальных процессов. При этом более эффективно используются все возрастающие объёмы информации, возможности унификации процессов, агрегатирования машин, аппаратов и биореакторов [5].

Создание аграрно-пищевых технологий – это следующий этап естественного развития технической базы аграрных и пищевых производств, переход от старого технологического базиса «индустриальной эры» к качественно новому базису технологий в виде единых компьютерно-интегрированных производств продуктов питания.

Аграрно-пищевая технология как системный комплекс функционирует не изолированно, а в определённой взаимосвязи с окружающей средой. Реакция сквозной аграрно-пищевой технологии на эти внешние воздействия проявляется через её внутреннюю организацию и характеризуется рядом показателей выходов ведущих процессов, а также отдельных её составляющих технологий: точностью, устойчивостью, надёжностью функционирования и управляемостью. Эти показатели тем выше, чем выше качество самого системного комплекса, характеризующегося уровнем его целостности, уровнем стохастичности связей, уровнем чувствительности составных частей. Для гарантирования высокого качества аграрно-пищевой технологии необходимо поддерживать эти показатели на соответствующем уровне. В связи с этим в составе системного комплекса и каждой отдельной технологической системы необходимы фильтры, обеспечивающие контроль и ограничение колебаний входов в системы по значениям качества и количества [4].

Кроме того, для обеспечения высокой эффективности функционирования в системном комплексе должна быть обеспечена обратная связь, то есть перерабатывающая часть аграрно-пищевой технологии должна выдвигать к аграрной технологии определённые требования к характеристикам её выходной части – пищевому сельскохозяйственному сырью:

- стабильность свойств, в частности, геометрических размеров, формы, массы, химического состава и др.;
- оптимальное соотношение содержания ценных и балластных веществ;
- простота разделения ценной и сопутствующих частей.

Выполнение этих требований не только упростит технологию переработки, но и позволит создавать более простые конструкции машин, аппаратов и биореакторов.

Производство сельскохозяйственной продукции, соответствующей требованиям последующей переработки, выгодно и самим сельхозпредприятиям, так как сокращение затрат на переработку при повышении качества конечной продукции позволяет увеличить цену на закупаемое сырьё при сохранении на необходимом уровне прибыльности перерабатывающих производств.

Сейчас специалисты различных отраслей пищевой промышленности перерабатывают сельскохозяйственную продукцию, имеющую значительные величины допусков на основные технологические показатели качества, используя самое разнообразное оборудование, и обеспечи-

вают требуемые показатели качества пищевой продукции. Это оборудование, как правило, специально адаптируется инженерами пищевых производств к существующим диапазонам показателей качества сельхозсырья. Надо сказать, что такое адаптирование конструкций машин, аппаратов и биореакторов к качеству сырья – чрезвычайно сложная работа, но она рассматривалась и рассматривается на протяжении десятков лет как само собой разумеющаяся деятельность инженеров-конструкторов. Однако такая адаптация имеет определённый предел, и все усилия учёных и инженеров обеспечить стабильность по основным показателям выходов ведущих процессов путём их автоматизации, т.е. постоянной корректировки заведомо некачественных процессов, не приведут к созданию принципиально новой роторной техники, высокопроизводительной, малозатратной и гарантирующей стабильное качество продукции. Для такой техники нового поколения и оснащения ею пищевых производств требуется высокоточное по технологическим свойствам исходное сельскохозяйственное сырьё. Единственная возможность получения такого сырья открывается при создании сквозных аграрно-пищевых технологий, позволяющих обеспечить безусловную адресность производимого сельскохозяйственного сырья, полуфабрикатов и готовой пищевой продукции.

Вместе с этим в аграрно-промышленном комплексе России до сих пор не устранены барьеры в знаниях специалистов: вузы пищевого профиля готовят специалистов, не знающих технологий производства своего сырья растительного и животного происхождения, а вузы сельскохозяйственного профиля выпускают специалистов, не подготовленных к совместной работе с инженерами, перерабатывающими сельскохозяйственную продукцию [6].

Вот почему своевременно поставить вопрос о целесообразности создания в высшей школе факультетов аграрно-пищевых технологий. Известно, что тенденцией современной высшей школы является переход от предметно-ориентированного обучения к обучению проблемно-ориентированному. При этом в деятельности факультетов аграрно-пищевых технологий обязательно возникает известный положительный эффект. Эффект заключается в том, что совокупность знаний, объединённых в систему (в данном случае знаний технологий сельскохозяйственной продукции и знаний технологий её переработки), приведёт к появлению нового, системного знания, не вытекающего из простого сложения исходных знаний. По этой причине должна быть решена непростая задача структуризации рассыпанных по специальным дисципли-

плинам знаний в единую систему специальных знаний, что обязательно приведёт учащихся к сверхзнаниям по сравнению с традиционными.

В этом направлении в ряде вузов сельскохозяйственного профиля были приняты усилия и созданы технологические факультеты. Однако изначально концепция их организации была преимущественно построена на концепции вузов пищевого профиля, для которых исходное сельскохозяйственное сырьё – данность. Поэтому сегодня возникает необходимость в преобразовании этих технологических факультетов в факультеты аграрно-пищевых технологий, поскольку меняется концептуальное обоснование их функционирования и развития [1].

Понятие «аграрно-пищевая технология» инициирует синтез дисциплин, которые могут изучаться на кафедрах факультета аграрно-пищевых технологий. Речь идёт о взаимосвязанных процессах аграрных и пищевых технологий, в частности, первичной переработке сельскохозяйственной продукции.

Таким образом, аграрно-пищевые технологии – это та научно-техническая база, которая может реально и в обозримые сроки значительно повысить эффективность производства продуктов питания, а создание факультетов аграрно-пищевых технологий является своевременным и целесообразным, поскольку это веление времени: новым технологиям продукто-в питания нужны новые кадры.

В этой связи реформу, проводимую Министерством образования и науки Российской Федерации целесообразно осуществлять, в частности, не путём объединения эффективных и неэффективных вузов с не совсем понятными целями; реформа Минобрнауки должна способствовать подготовке кадров для решения важнейших государственных народно-хозяйственных проблем, определяющих развитие страны. В данном случае необходимы кадры учёных и инженеров для создания аграрно-пищевых технологий и решения, наконец, актуальнейшей для России продовольственной проблемы, которая уже стала частью проблемы безопасности России. Результатом такой реформы должны быть высококвалифицированные кадры, эффективно решающие продовольственную проблему. Необходимо создание государственных университетов продовольствия на основе объединения вузов пищевого и сельскохозяйственного профилей, поскольку мы стоим на пороге совершенно нового мира, построенного на «высоких» инновационных технологиях в различных областях деятельности человека.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Панфилов, В.А. Энциклопедия «Пищевые технологии» как стартовый этап проектирования технологий будущего [Текст] / В.А. Панфилов // Вестник ВГУИТ. – 2013. - №2.
- 2 Панфилов, В.А. Пищевые технологии: диалектическая модель развития [Текст] / В. А. Панфилов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. - №5, №6.
- 3 Панфилов, В.А. Теория технологического потока [Текст]: 2-е изд., исправл. и доп. / В. А. Панфилов. - М.: КолосС, 2007. - 319 с.
- 4 Проектирование, конструирование и расчёт техники пищевых технологий [Текст] / С.Т. Антипов, А.М. Васильев и др.; под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – СПб: Лань, 2013. – 920 с.
- 5 Антипов, С.Т. Системное развитие техники пищевых технологий [Текст] / С.Т. Антипов, В. А. Панфилов, О. А. Ураков и др. - М.: КолосС, 2010. - 762 с.
- 6 Теоретические основы пищевых технологий [Текст]: в 2 -х книгах / отв. редактор акад. РАСХН В. А. Панфилов. - М.: КолосС, 2009. - 1408 с.

REFERENCES

- 1 Panfilov, V.A. Encyclopedia "Food Technologies" as starting design stage of technologies of the future [Text] / V.A. Panfilov//VGUIT Bulletin. – 2013 . - № 2. - 16-19 p.
- 2 Panfilov, V. A. Food technology: the dialectic model of development [Text] / V.A. Panfilov // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2012. - № 5, № 6.
- 3 Panfilov, V.A. The theory of technological-ray flux [Text]: 2nd ed., revisions. and add. / V.A. Panfilov. - M.: ColosS, 2007. - 319 p.
- 4 Planning, design and calculation techniques of food technology [Text] / S.T. Antipov, A.M. Vasilyev et al, ed. acad. RAAS V.A. Panfilov. - StP: Lan, 2013. - 920 p.
- 5 Antipov, S.T. System development of technique food technology [Text] / S.T. Antipov, V.A. Panfilov, O.A.Urakov et al. - M.: ColosS, 2010. - 762 p.
- 6 Theoretical foundations of food technologies [Text]: in 2 volumes / editor acad. RAAS V.A. Panfilov. - M.: ColosS, 2009. - 1408 p.

УДК 664.696.2

Профессор Л.В. Антипова, аспирант Ю.В. Воронкова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии продуктов животного происхождения, тел. (473) 255-37-51

Разработка рецептуры фаршей мясных с применением пищевых волокон ECOLIGHT native

Изучение функционально-технологических свойств и общего химического состава гранул пищевых волокон ECOLIGHT native. Исследование возможности применения гранул в мясных системах. Разработка на основании проведенных экспериментов рецептуры новых видов мясных фаршей.

Studying of functional and technological properties and general chemical composition of granules of food ECOLIGHT native fibers is presented in the article. The possibilities of application of granules in meat systems are researched. The composition of new types mincemeat is developed on the basis of the conducted experiments.

Ключевые слова: пищевые волокна.

Современные продукты функционального питания должны не только как можно дольше храниться, но и быстро приготавливаться и усваиваться. Одновременно они должны либо поддерживать состояние здоровья, либо корректировать его [2].

Обогащенные пищевыми волокнами мясопродукты способствуют улучшению состояния здоровья, благодаря позитивному физиологическому воздействию на процессы, связанные с функционированием желудочно-кишечного тракта.

Для того чтобы сделать питание более сбалансированным, в мясные, хлебобулочные, кондитерские изделия необходимо добавлять пищевые волокна, так как они – концентрат балластных веществ.

Пища, бедная пищевыми волокнами, медленно продвигается по пищеварительному тракту, застаивается в нижних отделах кишечника. При этом образуются токсины, всасывающиеся в кровь и отравляющие организм. Пищевые волокна, попадая в пищеварительный тракт, стимулируют его моторную функцию, способствуют продвижению пищи и очистке кишечника. Кроме того, пищевые волокна являются сорбентом и впитывают накопившиеся токсины и шлаки. Доказано, что пищевые волокна выводят из организма человека ионы тяжёлых металлов, в том числе радиоактивные элементы, канцерогенные вещества [3].

Как известно, поставщиком пищевых волокон в организм являются, главным образом, продукты растительного происхождения. Статистические данные говорят о том, что в регионах, в которых преобладает растительная пища, онкологические заболевания пищеварительного тракта сокращаются на 30 % по сравнению с «мясными» регионами, в которых потребление пищевых волокон намного ниже нормы [4]. Чрезвычайно важно дополнительное введение пищевых волокон в рацион питания городских жителей и людей, проживающих в северных регионах. Это обусловлено традиционной нехваткой пищевых волокон в структуре питания указанных слоёв населения.

В настоящее время всё большую актуальность приобретает использование пищевых волокон в профилактике и дополнительной коррекции таких состояний, как нарушения липидного обмена, гиперхолестеринемии, являющихся ведущими корректирующими факторами болезней цивилизации – атеросклероза, ишемической болезни сердца. Усилия современной медицины направлены на лечение и профилактику именно этих заболеваний, на коррекцию управляемых факторов риска сердечнососудистых заболеваний, на снижение смертности от болезней системы кровообращения [7].

Введение пищевых волокон в рецептуры мясных продуктов положительно влияет не только на их биологическую ценность, но и на функционально-технологические свойства мясных эмульсий.

Использование свекольной клетчатки в рубленых мясных полуфабрикатах до 50 % снижает потери при жарке, при этом сохраняется сочность и поджаристый внешний вид. Свекольная клетчатка способствует сохранению сочности и снижению потерь при термообработке, при хорошем товарном виде готовых изделий из рубленого мяса.

В работе исследовали гранулы пищевых волокон ECOLIGHT native (ЗАО «ЭФКО-НТ»), функционально-технологические свойства и общий химический состав которых представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Функционально-технологические свойства и общий химический состав гранул пищевых волокон ECOLIGHT native

Наименование	Функционально-технологические свойства			Общий химический состав			
	ВУС, %	ВСС, %	ЖУС, %	В, %	белок, мг/см ³	зола, %	жир+угл. еволы, %
пищевые волокна ECOLIGHT native	83,5	65,2	70,2	3,7	4,5	1,7	2,5

Для определения поведения гранул пищевых волокон в мясной системе был составлен модельный фарш на основе односортной говядины и полужирной свинины. Производилась замена основного сырья на гранулы пищевых волокон ECOLIGHT native.

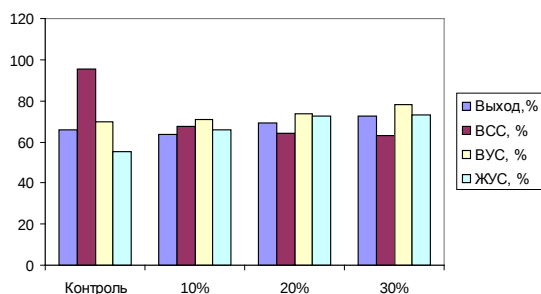


Рисунок 1 – Влияние гранул пищевых волокон ECOLIGHT native на функционально-технологические свойства модельных фаршей

На диаграммах видно (рисунок 1), что наилучшие показатели ВУС, ЖУС и выхода фарша имеют образцы при замене основного

сырья на 20 % и 30 %. Не влияя на вкус, цвет и запах готового продукта, гранулы пищевых волокон обеспечивают снижение потерь при варке. Но повышение концентрации пищевых волокон более чем на 20 %, ухудшает органолептические показатели готового продукта.

Ряд специалистов доказали целесообразность использования при производстве фарша эконом-класса мяса птицы механической обвалки из-за доступной цены (гораздо дешевле свинины или говядины) [8].

Мясо птицы механической обвалки представляет собой комплекс тканей: кожи, мышечной, жировой, соединительной и костной. Кроме того, в мясе птиц содержится небольшое количество нервной ткани и тканей кровеносных сосудов. Общий химический состав МПМО представлен в таблице 2

Т а б л и ц а 2

Общий химический состав мяса

Мясо	Содержание белков, %	Содержание воды, %	Содержание жиров, %	Содержание золы, %
Говядина односортная	20,2	71,7	7,0	1,1
МПМО	17,0	70,4	9,9	2,5
Свинина полужирная	13,1	54,3	31,2	1,4

Пищевые достоинства мяса птицы механической обвалки в основном определяются пищевой ценностью мышечной, жировой и соединительной тканей, также в составе присутствует костный остаток.

Для определения функционально-технологических свойств пищевых волокон ECOLIGHT native в мясной системе был составлен модельный фарш на основе говядины, свинины и мяса птицы механической обвалки. Производилась замена основного сырья на 10 %, 20 % и 30 % пищевых волокон.

На рисунках 2-7 представлены зависимости изменения показателей функционально-технологических свойств при замене основного сырья на пищевые волокна ECOLIGHT native.

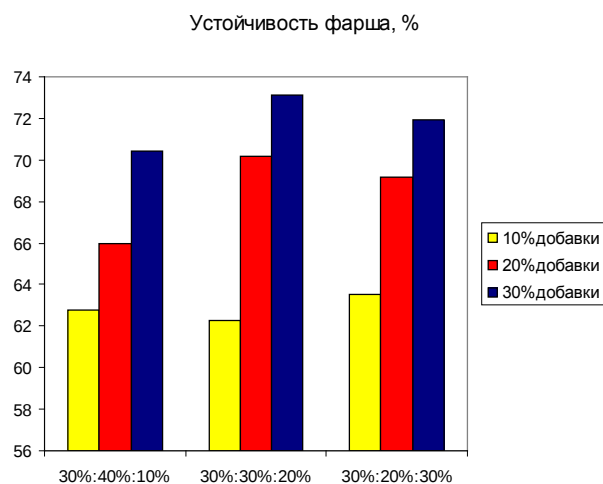


Рисунок 2 – Устойчивость фарша при замене основного сырья на пищевые волокна ECOLIGHT native

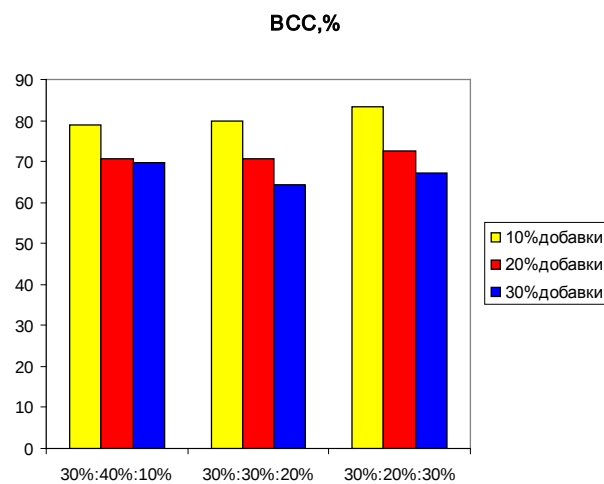


Рисунок 5 – ВСС фарша при замене основного сырья на пищевые волокна ECOLIGHT native

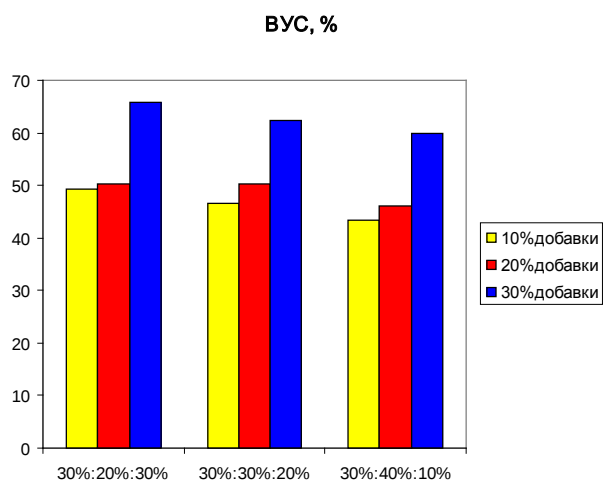


Рисунок 3 – ВУС фарша при замене основного сырья на пищевые волокна ECOLIGHT native

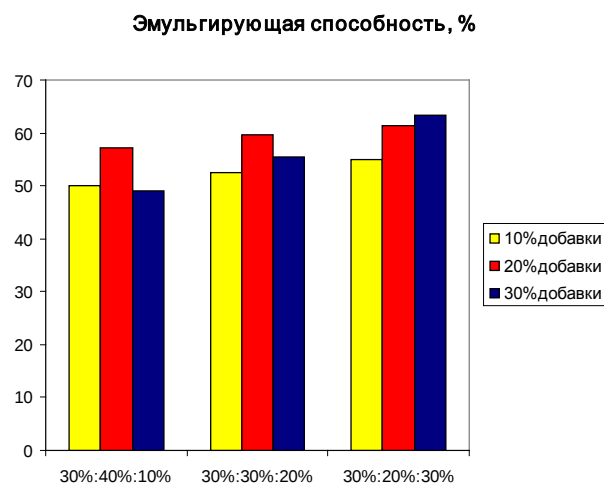


Рисунок 6 – Эмульгирующая способность фарша при замене основного сырья на пищевые волокна ECOLIGHT native

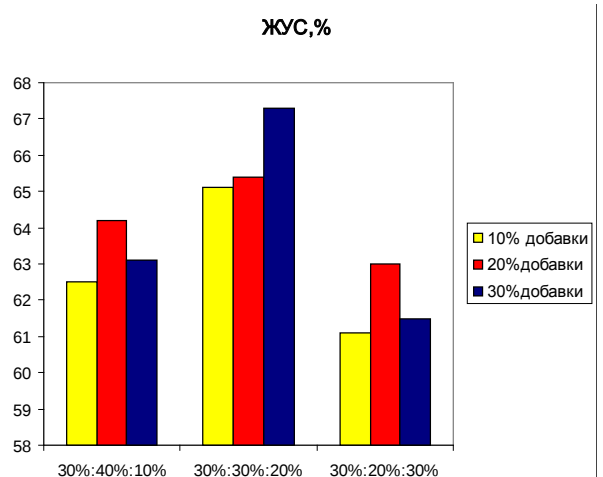


Рисунок 4 – ЖУС фарша при замене основного сырья на пищевые волокна ECOLIGHT native

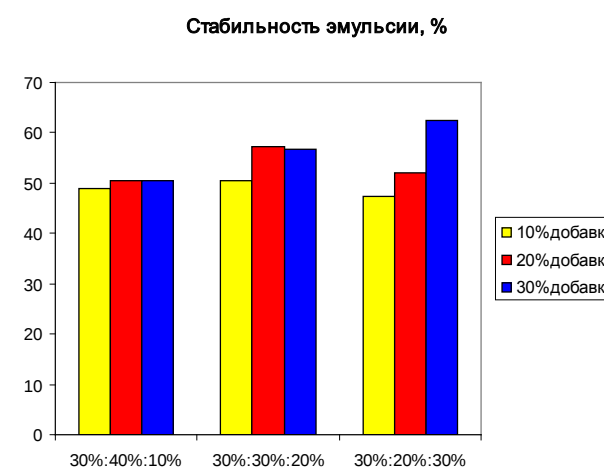


Рисунок 7 – Стабильность эмульсии при замене основного сырья на пищевые волокна ECOLIGHT native

По результатам исследований можно сделать вывод, что наилучшие показатели ВСС, ВУС и устойчивости фарша имеют образцы, содержащие говядину, свинину, мясо птицы механической обвалки в соотношении 3:3:2 при замене основного сырья на 20 % пищевых волокон.

На основании проведенных экспериментов предложены рецептуры новых видов мясных фаршей. Органолептические показатели оценивали путём приготовления на их основе бульонов. Для этого 20 г фарша заливали в колбе 60 мл дистиллированной воды, перемешивали и, закрыв колбу часовым стеклом, переносили ее на 10 мин в кипящую водяную баню. Запах определяли в момент появления паров при открывании колбы.

Химические показатели фарша также оценивали путём приготовления на их основе бульонов. Для этого 20 г фарша в колбе на 100-200 мл заливали 60 мл дистиллированной водой, взбалтывали. Колбу накрывали стеклом и нагревали в кипящей водяной бане 10 мин. Горячий бульон фильтровали через плотный слой ваты толщиной не менее 0,5 см в пробирку, помещенную в стакан с холодной водой.

В пробирку наливали 2 мл фильтрата, добавляли 3 капли 5 %-ного раствора сернокислой меди, встряхивали 2-3 раза и ставили в штатив на 5 мин.

Т а б л и ц а 3

Органолептические показатели мясных фаршей

Показатели бульона	Опытные образцы фаршей	
	Домашний	Особый
Органолептические	Ароматный	Ароматный
Химические	Отсутствие осадка при внесении сульфата меди	Отсутствие осадка при внесении сульфата меди

Как известно, фарш производится для ускорения приготовления продуктов, которые вырабатываются при термической обработке. Экспериментальные исследования показали (таблица 4), что новые мясные фарши имеют значительные преимущества при любом способе термообработки.

Т а б л и ц а 4

Выход мясного продукта после термообработки

Образцы фаршей	Виды термообработки	
	выход при варке, %	выход при жарке, %
Контроль	65,4	63,2
№1	76,1	75,8
№2	79,8	73,1

Фарш №1 – говядина : свинина : МПМО: клетчатка в соотношении 30 % : 30 % : 20 % : 20 % соответственно.

Фарш №2 – говядина:свинина:клетчатка в соотношении 40 % : 40 % : 20 %.

Таким образом, при использовании пищевых волокон в виде ECOLIGHT-native (ЗАО «ЭФКО-НТ»), имеем положительно выраженные технологические качества и экономические преимущества в мясных системах.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антипова, Л.В. Методы исследований мяса и мясных продуктов [Текст] / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М: Колос, 2001. – 576 с.
- 2 Функциональное питание. Между едой и лекарством [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.leovit.ru>. – Загл. с экрана.
- 3 Роль пищевых волокон в питании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pischevie-volokna.ru>. – Загл. с экрана.
- 4 Сибирская клетчатка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://питание.рф>. – Загл. с экрана.
- 5 Ипатова, Л.Г. Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон [Текст] / Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2004. – № 1. – С. 15 – 17.
- 6 Булычев, И.Н. Клетчатка с белком. Что может быть лучше? [Текст] / И.Н. Булычев // Мясная индустрия. – 2009. – № 2. – С. 38 – 39.
- 7 Роль клетчатки в питании человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.molodec.ru. – Загл. с экрана.
- 8 Трухина, Т.Ф. Экономическая эффективность глубокой переработки мяса птицы [Текст] / Т. Ф. Трухина // Мясная индустрия. – 2009. – № 7. – С. 15 – 17.

REFERENCES

- 1 Antipova, L.V. Methods of researching meat and meat products [Text] / L.V. Antipova, I.A. Glotova, I.A. Rogov. – M.: Kolos, 2001. – 576 p.
- 2 A functional feed. Between meal and a medicine [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.leovit.ru>. – Title screen.
- 3 A role of food fibres in a feed [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.pischevie-volokna.ru>. – Title screen.
- 4 Siberian food fibres [Electronic resource]. – Access mode: <http://питание.рф>. – Title screen.
- 5 Ipatova, L.G. Physiological and technological aspects of application of food fibres [Text] / L.G. Ipatova, A.A. Kochetkova // Food components. Raw material and additives. – 2004. – №1. – P. 15 – 17.
- 6 Bulychyov, I.N. Fibres with protein. What it is may be better? [Text] / I.N. Bulychyov // Meat industry. – 2009. – №2. – P. 38 – 39.
- 7 Cellulose role in a food of the person [Electronic resource]. – Access mode: www.molodec.ru. – Title screen.
- 8 Trukhina, T.F. Economic efficiency of deep processing of fowl [Text] / T. F. Trukhina // Meat industry. – 2009. – №7. – P. 15 – 17.

УДК 633.1:535.65

Профессор Е.И. Пономарева, доцент Н.Н. Алехина,
аспирант И.А. Журавлева

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского,
макаронного и зерноперерабатывающего производств, тел. (473) 255-38-51

доцент П.Н. Саввин

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра химии и химической технологии
органических соединений и переработки полимеров, тел. (473)255-92-37

Цветовые характеристики зерна ржи, подготовленного разными способами

В качестве продуктов повышенной пищевой ценности могут использоваться хлебобулочные изделия из смеси ржаной и пшеничной муки с применением целого зерна ржи. Применение целого зерна предполагает контроль его качества по органолептическим, физико-химическим и гигиеническим показателям. Предлагается способ определения цветовых характеристик используемого зерна сканерометрическим методом с использованием планшетного сканера HP ScanJet 3570C с применением компьютерной обработки изображений в цветовом режиме RGB. Применение метода определения цветовых характеристик показало, что рожь, подготовленная разными способами, обладает разной интенсивностью окраски, при этом наибольшая интенсивность цветовой компоненты наблюдалась у нативного зерна.

As products of high nutritional value can be used bakery products from a mixture of rye and wheat flour with the application of a grain of rye. Use whole grains assumes control of its quality according to organoleptic, physico-chemical and hygienic indices. Method of determining the color characteristics of grain scanner-metric method using tablet scanner HP ScanJet 3570C with application of computer processing of images in RGB color mode is proposed. Application of the method to determine the color characteristics showed that rye, prepared in different ways, has different intensity of coloring, and the maximum intensity of the color components is observed at native grain.

Ключевые слова: зерно ржи, способ подготовки, сканерометрический метод, цветовые характеристики, хлеб.

В настоящее время актуальной задачей хлебопекарной промышленности является расширение ассортимента хлеба, который соответствует современным требованиям науки о рациональном питании и здоровой пище [1].

Известно, что важными компонентами здоровой пищи являются пищевые волокна, одним из основных источников которых являются зерновые культуры.

Качество зерна определяется по органолептическим и физико-химическим показателям, а также по гигиеническим критериям.

Цвет является одним из основных органолептических показателей, он регламентируется требованиями соответствующей нормативной или технической документации. Также органолептические показатели влияют на потребительские предпочтения покупателя.

На предприятиях цвет продукции определяют органолептически – визуально, что создает

определенные трудности при оценке и сравнении окраски выпускаемой продукции. В последнее время метод цветометрии – науки о способах измерения цвета и его количественном выражении – все шире применяют в контроле качества пищевой продукции [2].

На кафедре органической химии Воронежского государственного университета инженерных технологий разработан новый метод определения данного показателя. Сущность его заключается в том, что численные характеристики окраски исследуемых образцов определяли сканерометрическим методом с использованием планшетного сканера HP ScanJet 3570C с применением компьютерной обработки изображений в цветовом режиме RGB.

Целью исследований явилось определение цветовых характеристик зерна ржи «Авангард» нативного, подкисленного «Авангард» и «Саф-корн» сканерометрическим методом.

На кафедре технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств Воронежского государственного университета

инженерных технологий разработан способ подготовки подкисленного зерна ржи «Авангард».

Предварительно зерно ржи «Авангард» очищали от сорной и зерновой примеси, мыли и оставляли для набухания на 24 ч в воде из разводной сети температурой 18-20 °С, меняя воду 3–5 раз.

Набухшее зерно ржи вносили в подготовленную питательную среду с молочнокислыми бактериями *L. plantarum*-38 при гидромодуле 1:2. Этот процесс осуществляли в термостате при 35 °С в течение 72 ч. Обработанное зерно высушивали до влажности не более 20 % в шкафной конвективной сушилке при температуре сушильного агента 40–60 °С. Зерно ржи «Сафторн» предварительно выдерживали в воде температурой 80–90 °С в течение 2 ч при гидромодуле 1:2.

Интенсивность цвета характеризовалась от 0 (черный цвет) до 255 (белый цвет) условных единиц цвета. Наибольшая интенсивность цветовой компоненты наблюдалась у нативного зерна «Авангард» и составляла 123,05 усл. ед., следовательно, оно являлось светлоокрашенным по сравнению с остальными образцами (рисунки 1, 2).

Темноокрашенным являлось подкисленное зерно ржи «Авангард», интенсивность цветовой компоненты которого составляла 84,38 усл. ед.

По полученным данным, представленным на рисунке 3, можно сделать вывод, что наибольшая доля красной цветовой компоненты (47,1 %) наблюдалось у зерна ржи «Сафторн». Доля зеленой цветовой компоненты у всех трех образцов отличались незначительно. Наименьшая доля синей цветовой компоненты (26,2 %) наблюдалось в подкисленном зерне ржи «Авангард».

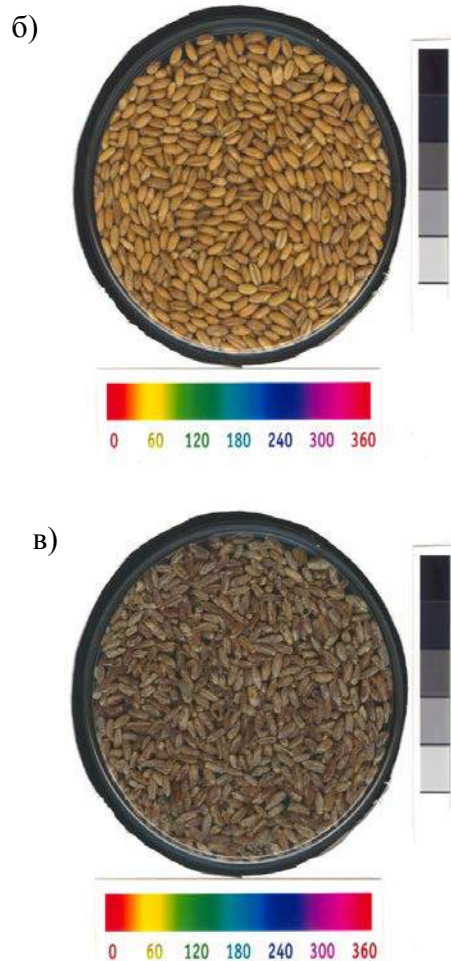
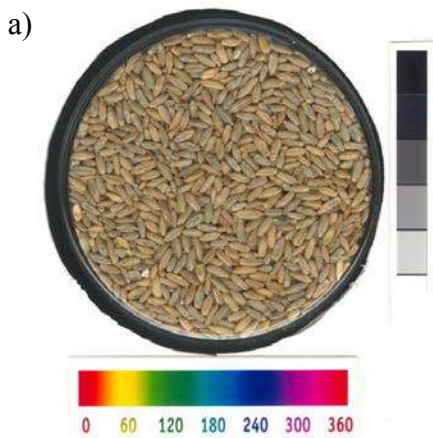


Рисунок 1 - Внешний вид зерна ржи: а) нативного «Авангард», б) подкисленного «Сафторн», в) подкисленного «Авангард»

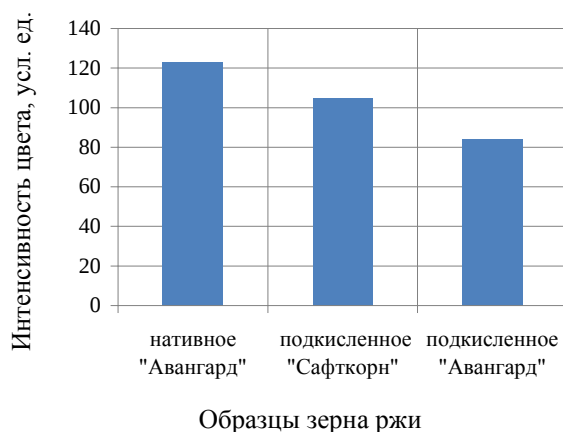


Рисунок 2 - Интенсивность окраски зерна ржи

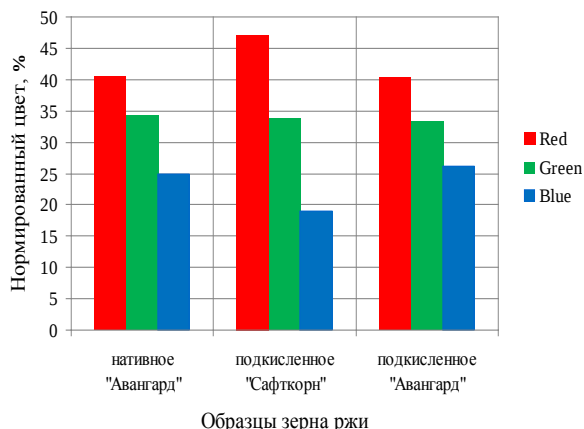


Рисунок 3 - Нормированный цвет зерна ржи

Таким образом, применение нового метода определения цветовых характеристик показало, что рожь, подготовленная разными способами, обладает разной интенсивностью окраски. Установлено, что наибольшей интенсивностью цветовой компоненты обладало нативное зерно.

Кроме того, применение цветометрии на базе цифровых технологий дает возможность проводить не только органолептическую оценку качества зерна, но также позволяет сохранить информацию в электронном виде.

ЛИТЕРАТУРА

1 Корячкина, С.Я. Совершенствование технологии хлеба на основе целого зерна пшеницы и ржи [Текст] / С.Я. Корячкина, Е.Я. Кузнецова, О.М. Пригарина // Вестник ОГУ. – 2006. – № 9. – Ч. 2. – С. 284-288.

2 Байдичева, О. В. Цветометрия – новый метод контроля качества пищевой продукции [Текст] / О. В. Байдичева // Пищевая промышленность. – 2008. – № 5. – С. 20-22.

REFERENCES

1 Koryachkina, S.Y. Improving technology of bread based on whole-grain wheat and rye [Text] / S.Ya. Koryachkina, E.Ya. Kuznetsova, O.M. Prigarina // Bulletin of OSU. - 2006. - № 9. - Part 2. - P. 284-288.

2 Baydicheva, O.V. Colorimeter - a new method of quality control of food products [Text] / O.V. Baydicheva // Food industry. - 2008. - № 5. - P. 20-22.

Профессор Г.О. Магомедов, аспирант В.В. Богданов,
доцент Т.А. Шевякова, инженер-конструктор Н.В. Евсеев
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского,
макаронного и зерноперерабатывающего производств, тел. (473) 255-38-51

Разработка универсальной установки с автоматической системой контроля и управления процесса замеса, сбивания и формования бисквитного теста

Разработана смесительно-сбивально-формующая установка с автоматизированной системой контроля, управления технологическими процессами и структурообразования при интенсивном замесе, сбивании и формовании бисквитного теста.

The mixing-melting-forming installation with the automated system of monitoring and managements of technological processes and structurizations at intensive kneading, melting and formation of biscuit dough.

Ключевые слова: автоматическая система управления, замес теста, сбивание и формование

В настоящее время актуальной задачей является создание инновационной технологии мучных кондитерских изделий и адаптированной, универсальной установки с автоматической системой контроля и управления технологическими процессами.

Создана универсальная установка для проведения последовательно процессов перемешивания и сбивания теста в одном аппарате с последующим формованием [1].

С целью создания автоматизированной системы контроля и управления технологическими процессами сбивных бисквитных кондитерских изделий разработана смесительно-сбивально-формующая установка с применением микропроцессорной техники.

Принцип работы смесительно-сбивально-формующей установки. Установка (рисунок 1) работает следующим образом. По умолчанию, после включения установки тумблером «Сеть», выбран ручной режим работы. Ручной режим удобен для подготовки установки к работе в автоматическом режиме – проверки основных узлов, работы привода мешалки и механизма подъема каретки модуля перемешивания, осмотра и, при необходимости, чистки мешалки и камеры.

После проверки готовности установки к эксперименту тумблером «Верх» / «Низ» ручного пневмораспределителя поднимают каретку с установленным на ней перемешивающим модулем в верхнее положение. При этом загрузочная воронка системой тяг устанавливается в

рабочее положение и через нее производится загрузка всех компонентов в соответствии с рецептурой. После этого каретка опускается в нижнее рабочее положение, при этом автоматически происходит герметизация камеры.

Первый эксперимент проводится в ручном режиме. При этом предварительно устанавливаются обороты мешалки с помощью частотного преобразователя, используемого в приводе, и задают рабочее давление в камере с помощью редуктора давления, установленного на входной воздушной магистрали. После опускания камеры в рабочее положение, закрывают байонетный замок, фиксирующий перемешивающий модуль, и подают сжатый воздух под давлением. После достижения заданного давления в камере включают привод мешалки на заданное время при постоянных оборотах. В режиме перемешивания мешалка вращается в направлении, при котором шнек-наконечник, установленный на нижнем конце вала мешалки, возвращает тесто, попавшее в разгрузочный патрубок, обратно в камеру. Направление вращения мешалки обязательно проверяется в процессе первоначальной настройки установки. После завершения перемешивания привод переключают на режим «Выгрузка», при котором вал на небольших оборотах вращается в противоположном рабочему направлении, а шнек-наконечник при этом нагнетает тесто в направлении выгрузки. Выгрузку приготовленного теста производят в формы через шаровой кран на разгрузочном патрубке, расположенном в нижней точке конической части камеры.

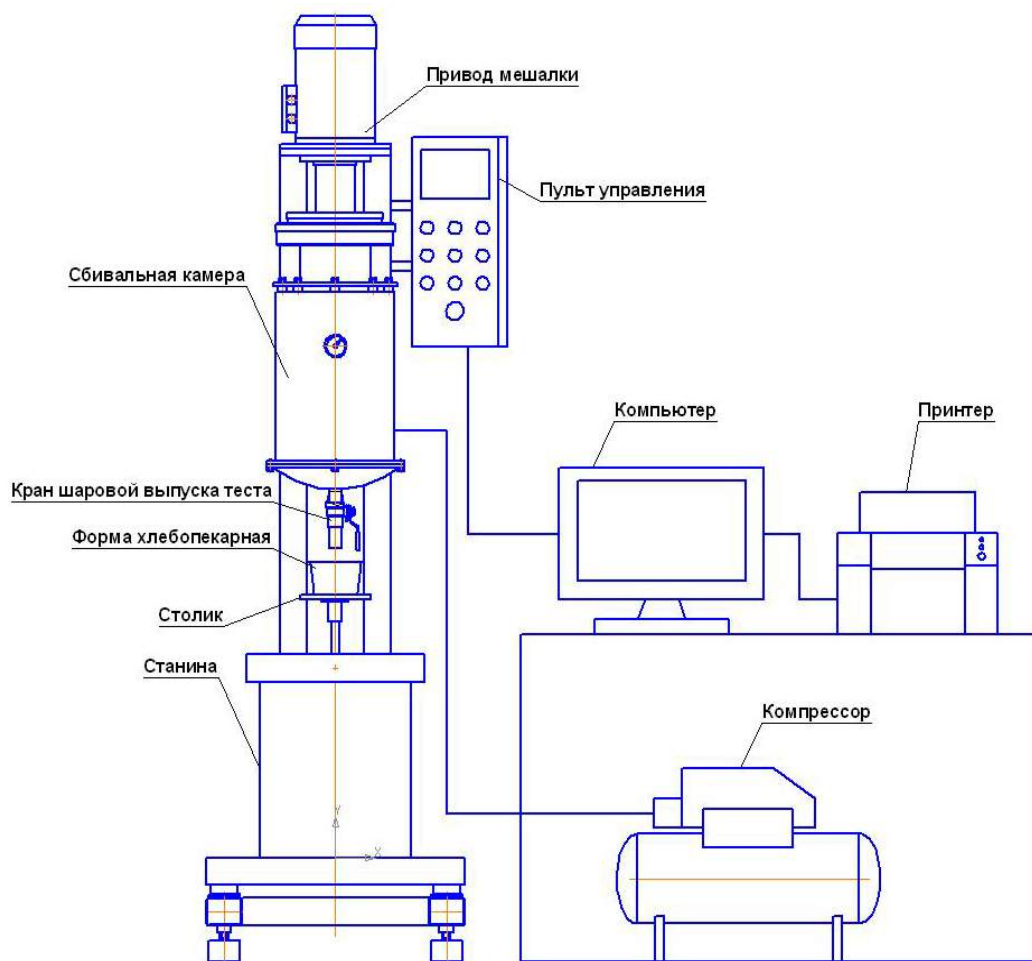


Рисунок 1 - Смесительно-сбивально-формующая установка

Для автоматической работы установки необходимо тумблер «Ручн» / «Авт» установить в положение «Авт», при этом на экране монитора появляется таблица с параметрами процесса перемешивания из последнего эксперимента. В памяти компьютера, кроме того, хранятся результаты и таблицы параметров ряда предыдущих экспериментов. На этой стадии можно изменить значения любых параметров в текущей таблице или выбрать таблицы параметров из других проведенных ранее экспериментов. На этой же стадии также выбирается вариант алгоритма управления работой установки. После задания параметров процесса и выбора алгоритма управления производят загрузку всех ингредиентов теста, как описано выше, опускают перемешивающий модуль в рабочее положение, закрывают байонетный замок и нажимают кнопку «Пуск». При нажатии кнопки «Пуск» запускается программа, реализующая выбранный алгоритм управления процессом приготовления сбивного теста:

- при этом закрывается нормально-открытый электропневмоклапан на выходе

камеры и одновременно открывается нормально-закрытый клапан на входной воздушной магистрали, в камеру подается сжатый воздух до заданной величины давления;

- по достижении заданного давления по сигналу датчика давления закрывается входной клапан и включается привод мешалки;

- обороты мешалки, продолжительность перемешивания в каждом периоде и число периодов задается программой управления установкой;

- в процессе перемешивания определяется величина тока в обмотках двигателя, в зависимости от числа оборотов мешалки вычисляется крутящий момент на валу мешалки (удельная мощность привода - УМП);

- в режиме реального времени строятся графики «крутящий момент (удельная мощность) – время», «обороты мешалки – время»;

- после прекращения роста крутящего момента (УМП), через заданный промежуток времени с момента его стабилизации или падения, мешалка выключается;

- производится реверсное включение электродвигателя мешалки с заданными обо-

ротами и производится выгрузка приготовленного сбитого теста в хлебопекарные формы;

- в установке предусмотрено несколько блокировок, исключающих возникновение аварийных и опасных ситуаций:

- датчик положения байонетного замка контролирует закрытие и открытие замка, так электропневмоклапан на входе камеры останется закрытым после нажатия кнопки пуск и не разрешит подачу давления, если не закрыть замок;

- открытие замка возможно только после сброса давления в камере; давление контролируется датчиком давления сжатого воздуха;

- подъем каретки с перемешивающим модулем возможен только при открытом замке и отсутствии давления в камере.

Таблица параметров эксперимента, а также все графики, построенные по результатам каждого эксперимента, сохраняются в памяти компьютера и привязываются к порядковому номеру эксперимента. В последующем сохраненные результаты экспериментов в любое время могут использоваться для обработки, сравнения разных режимов обработки и выбора оптимальных для различных видов теста.

Состав автоматической системы управления:

1. Программируемый логический контроллер DVP20EX200R.

2. Преобразователь частоты VFD037 EL43A.

3. Электродвигатель АИР 90L4 (2,2 кВт, 1400 об/мин, ток 5,78А) - Эдв.

4. Электропневматический клапан 623-15G-A63 (нормально закрытый, 24В, присоединение 3/8') – 2шт. (на входе в камеру и на пневмоцилиндре).

5. Электропневматический клапан 348-015-02 (Злин/2позиции - нормально открытый, 24В, присоединение G1/8') – 1шт. (На выходе камеры).

6. Температурный датчик TS1-K-3,8-5-M6-S1-1,5M-U – 1шт – измерение температуры теста (tr).

7. Температурный датчик TS1-K-4,8-30-M8-S2-1,5-U – 2шт. – измерение температуры охлаждающей воды на входе tv1 и выходе tv2 охлаждающей рубашки.

8. Датчик давления DMP 330M-1002-1-100-800-00R (Измеряемое давление избыточное Диапазон 0...10 бар; Выходной сигнал 4...20 мА /2-х пров.; Электрическое присоединение DIN 43650; Механическое присоединение M20 x 1,5 EN 873-1/-3).

9. Индуктивный датчик положения замка.

10. Расходомер охлаждающей воды.

Структурная схема системы контроля и управления сбивальной установкой представлена на рисунке 2.

Органы управления на рабочей панели пульта:

1. Тумблер «Сеть» - Общее включение АСУ.

2. Поворотная ручка регулировки частоты вращения мешалки.

3. Тумблер ручного пневмораспределителя включения прямого и обратного хода пневмоцилиндра (нормально закрытый).

4. Большая красная грибовидная кнопка «Авария» - аварийная остановка работы установки – при нажатии выключается питание установки.

5. Красная кнопка «Стоп» ручного включения электродвигателя.

6. Зеленая кнопка «Пуск» - ручного включения электродвигателя.

7. Зеленая кнопка «Выгрузка» - ручного включения вращения мешалки в обратном направлении. При этом автоматически включается скорость вращения, соответствующая этому режиму работы – скорость отличная от скорости вращения в прямом направлении. Реверс используется при выгрузке теста из камеры.

8. Зеленая кнопка «Сброс давления» ручного включения сброса давления в камере через нормально открытый пневмоэлектроклапан.

9. Зеленая кнопка «Подача давления в камеру» ручного включения подачи давления в камеру через нормально закрытый пневмоэлектроклапан на входе камеры.

10. Переключатель «Ручн» / «Автомат» - переключение режимов «Ручной»- «Автоматический».

11. Зеленая индикаторная лампочка «Сеть».

12. Красная индикаторная лампочка «Замок открыт».

13. Красная индикаторная лампа «Перегрев теста».

14. Зеленая индикаторная лампа «Перемешивание завершено».

15. Зеленая индикаторная лампа «Сбивание завершено»

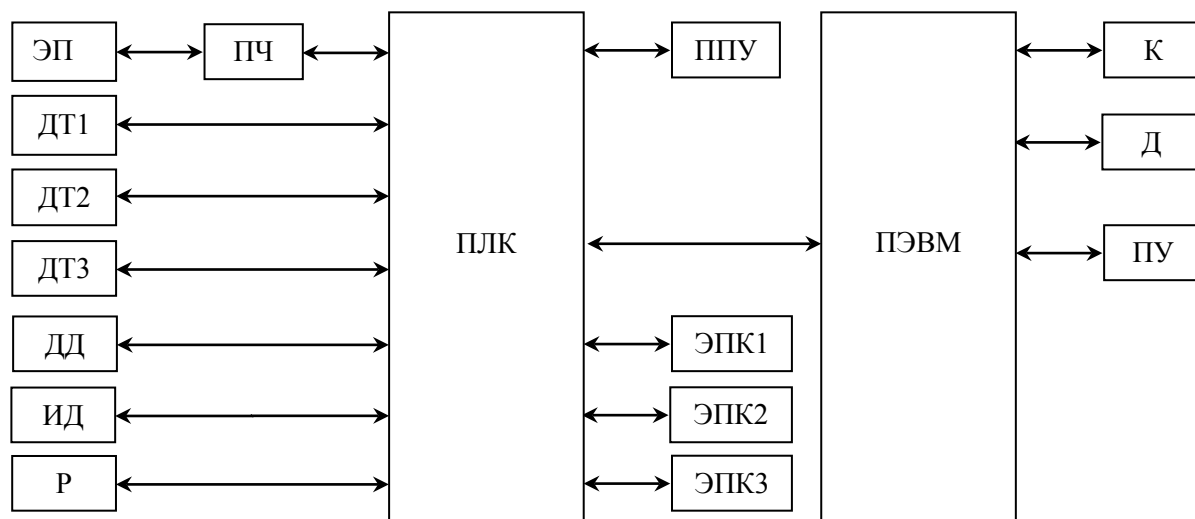


Рисунок 2 - Структурная схема системы контроля и управления сбивальной установкой
 ЭП – электропривод; ПЧ – частотный преобразователь; ДТ1 – ДТ3 – датчик температуры; ДД – датчик давления; ИД – индуктивный датчик положения замка; Р – расходомер; ЭПК1 – ЭПК3 – электропневматический клапан; ПЛК – программируемый логический контроллер; ППУ – панель пульта управления; ПЭВМ – персональная ЭВМ; К – клавиатура; Д – дисплей; ПУ – печатающее устройство

Измеряемые и вводимые параметры

1. Давление в камере:

а. манометр на редукторе давления;

б. датчик давления – значение текущего давления считывается контроллером как один из параметров, управляющих работой установки, и выводится на дисплей компьютера в соответствующую ячейку таблицы отслеживаемых параметров.

2. Температура теста:

а. температурный датчик TS1-K-3,8-5-M6-S1-1,5M-U – текущее значение температуры считывается контроллером как один из параметров, управляющих работой установки, и выводится на дисплей в соответствующую ячейку таблицы отслеживаемых параметров.

3. Температура охлаждающей воды:

а. температурный датчик TS1-K-4,8-30-M8-S2-1,5-U на входе рубашки;

б. температурный датчик TS1-K-4,8-30-M8-S2-1,5-U на выходе рубашки. Текущие значения температуры на входе и выходе выводятся на дисплей в соответствующую ячейку таблицы отслеживаемых параметров, а также обрабатываются контроллером для вычисления количества отводимого от теста тепла.

4. Частота вращения мешалки:

а. можно считать визуально с панели частотного преобразователя. Для получения информации о частоте на панели частотного преобразователя необходимо, переключая последовательно выводимые на панель величины, выбрать «Частота вращения».

б. текущее значение частоты вращения мешалки выводится на экран дисплея в соответствующую ячейку таблицы выводимых на дисплей параметров процесса. Значение частоты берется с частотного преобразователя.

5. Крутящий момент на валу мешалки/Сила тока в обмотках двигателя:

а. текущее значение крутящего момента (УМП) на валу мешалки и/или значение потребляемого двигателем тока, выводится на экран дисплея в соответствующую ячейку таблицы выводимых параметров процесса. Значение силы тока берется с частотного преобразователя. Значение крутящего момента (УМП) вычисляется контроллером.

6. Текущее время эксперимента – постоянно отражается в выбранной ячейке таблицы выводимых параметров процесса.

7. График «Температура теста – Время».

8. График «Температура охлаждающей воды – Время».

9. График «Крутящий момент – Время».

10. График «Количество тепла, отводимого охлаждающей водой от теста – Время» (количество тепла вычисляется контроллером на основании значений расхода и температуры охлаждающей воды на входе и выходе).

Задаваемые параметры:

- задание рабочего давления;

- задание максимально допустимого значения тока потребляемого двигателем;

- задание числа оборотов мешалки при прямом вращении;

- задание числа оборотов мешалки при выгрузке (реверсивное вращение);
- задание максимально допустимой температуры теста;
- задание времени задержки момента включения привода мешалки после прохождения максимума момента (УМП) на валу мешалки;
- задание времени задержки момента включения привода мешалки после стабилизации крутящего момента (УМП), наступающего после прохождения максимума крутящего момента.

Алгоритм работы АСУ:

1. Установка может работать в двух режимах – «Ручной» и «Автоматический». Выбор режима производится переключателем «Ручн.»/ «Авт.».

2. В режиме «Автоматический» установка должна работать под управлением одной из нескольких программ, реализующих различные алгоритмы управления. (Процесс выбора и задания нужной программы из списка нуждается в доработке).

3. В режиме «Ручной»:

- пневмоэлектрклапан на входе камеры (нормально закрытый) – ЗАКРЫТ;
- клапан на выходе (нормально открытый) – ЗАКРЫТ;
- клапан на пневмоцилиндре (нормально закрытый) – ОТКРЫТ;
- клапан на входе камеры открывается кнопкой «Подача давления в камеру»;
- клапан на выходе камеры открывается кнопкой «Сброс давления в камере»;
- нормально закрытый клапан на пневмоцилиндре в ручном режиме ОТКРЫТ, если нет никаких запрещающих условий;
- клапан на пневмоцилиндре в ручном режиме закрыт если индуктивный датчик замка показывает «Закрыт», и/или датчик давления показывает давление в камере больше 0,1 атм.

4. В режиме «Автоматический» в нормальном состоянии:

- нормально закрытый клапан на входе камеры – ЗАКРЫТ;
- нормально открытый клапан на выходе – ОТКРЫТ;
- нормально закрытый клапан на пневмоцилиндре – ЗАКРЫТ.

5. Нормально закрытый клапан на входе в камеру в автоматическом режиме:

- открывается кнопкой «Подача давления в камеру», если индуктивный датчик положения замка показывает «закрыт»;
- не открывается кнопкой «Подача давления в камеру», если индуктивный дат-

чик положения замка показывает «открыт». В этом случае должна замигать индикаторная лампочка «Замок открыт». После того как замок будет закрыт, для подачи давления в камеру необходимо еще раз нажать кнопку «Подача давления в камеру».

6. Нормально открытый клапан на выходе камеры в автоматическом режиме:

- открывается кнопкой «Сброс давления в камере» (открывается всегда – и в ручном и в автоматическом режимах);
- открывается, если индуктивный датчик Замка показывает/переведен в положение «Открыт»;

- закрывается программой управления работой АСУ в автоматическом режиме после нажатия кнопки «Подача давления в камеру» при условии, что индуктивный датчик замка показывает «Закрыт».

7. Нормально закрытый клапан на пневмоцилиндре в автоматическом режиме:

- открывается после нажатия кнопки «Автомат» и открыт всегда, если нет запрещающих условий программы управления;
- закрывается, если индуктивный датчик положения замка показывает «Закрыт» и/или датчик давления показывает давление в камере больше 0,1 атм.

8. ВКЛЮЧЕНИЕ привода мешалки в ручном и автоматическом режиме производится кнопкой «Пуск».

9. ВЫКЛЮЧЕНИЕ привода мешалки в ручном и автоматическом режиме производится кнопкой «Стоп».

10. ВЫКЛЮЧЕНИЕ привода мешалки в автоматическом режиме производится кнопкой «Стоп» или рабочей программой управления в соответствии с алгоритмом:

- если температура теста достигла максимально допустимого значения;
- если ток, потребляемый двигателем достиг максимально допустимого значения;
- через заданное время после прохождения максимума момента (УМП) на валу;
- через заданное время после прохождения минимума момента на валу.

11. ВКЛЮЧЕНИЕ режима «Выгрузка» - включение привода мешалки в реверсном направлении и в ручном и автоматическом режиме производится кнопкой «Выгрузка».

Порядок включения и работы установки:

1. Включить тумблер «Сеть», при этом должна загореться зеленая индикаторная лампочка «Сеть».

2. Установить переключатель «Ручн.» / «Авт.» в положение «Ручн».

3. Если мешалка находится в верхнем положении, внести необходимое количество исходных рецептурных компонентов, опустить мешалку до крайнего нижнего положения и закрыть замок.

- При закрытом замке пневмоцилиндр опускать мешалку не будет, т.к. электропневмоклапан будет закрыт.

4. Если мешалка находится в нижнем положении, открыть замок и, управляя джойстиком ручного пневмораспределителя, поднять мешалку с помощью пневмоцилиндра.

- При закрытом замке пневмоцилиндр поднимать мешалку не будет, т.к. электропневмоклапан будет закрыт.

- При наличии давления в камере пневмоцилиндр поднимать мешалку не будет, т.к. электропневмоклапан будет закрыт, и давление в нижнюю камеру пневмоцилиндра подавать невозможно.

5. Внести необходимое количество исходных рецептурных компонентов, опустить мешалку до крайнего нижнего положения и закрыть замок.

6. Нажать кнопку «Подача давления в камеру».

7. После достижения заданного давления в камере установить автоматический режим работы установки переключателем «Ручн.» / «Авт.».

8. Включить электродвигатель привода мешалки кнопкой «Пуск».

9. Далее управление процессом перемешивания и сбивания теста будет происходить автоматически по одной из программ автоматической работы вплоть до выключения привода мешалки.

АСУ может иметь несколько подпрограмм управления:

1. Программа управления «Ручной режим работы».

2. Программа управления – «Начало перемешивания».

3. Программа управления – «Процесс перемешивания теста с завершением через заданный промежуток времени».

4. Программа управления – «Процесс перемешивания теста с завершением через заданный промежуток времени после прохождения максимума момента на валу».

5. Программа управления – «Процесс сбивания теста с завершением через заданный промежуток времени».

6. Программа управления – «Процесс сбивания теста с завершением через заданный промежуток времени после прохождения максимального момента на валу мешалки».

7. Программа управления – «Процесс сбивания теста с завершением через заданный промежуток времени после стабилизации момента на минимальном уровне»:

- выбор текущей программы должен производиться из списка программ на экране монитора, например двойным щелчком левой кнопки мыши на соответствующей программе в списке;

- задание параметров процесса сбивания производится внесением значений соответствующих параметров в таблице задаваемых параметров на мониторе.

Программа управления. «Начало перемешивания» имеет несколько особенностей:

- включается каждый раз в начале любого перемешивания перед программой «Основное перемешивание» после последовательного нажатия кнопок «Автомат» и «Пуск»;

- задает два параметра – число оборотов мешалки и время начальной стадии перемешивания. Обычно обороты мешалки на этой стадии меньше, чем на основной – порядка 200-300 об/мин. Время перемешивания – 1-3 мин.

Программа управления. «Процесс перемешивания теста с завершением через заданный промежуток времени»:

- после последовательного нажатия кнопок «Автомат» и «Пуск» вначале в автоматическом режиме запускается подпрограмма «Начало перемешивания» – ($n=200$ об/мин, $\tau=3$ мин);

- после завершения подпрограммы «Начало перемешивания» сразу включается программа «Основное перемешивание» – ($n=800$ об/мин, $\tau=10$ мин), которая завершается через заданный промежуток времени – 10 мин;

- на стадии «Основное перемешивание» возможно выключение привода мешалки при превышении температуры теста максимально допустимого значения, при этом должна замигать красная индикаторная лампа «Перегрев теста».

Программа управления. «Процесс перемешивания теста с завершением через заданный промежуток времени после прохождения максимума момента на валу»:

- после последовательного нажатия кнопок «Автомат» и «Пуск» вначале в автоматическом режиме запускается подпрограмма «Начало перемешивания» – ($n=200$ об/мин, $\tau=3$ мин);

- после завершения подпрограммы «Начало перемешивания» сразу включается программа «Основное перемешивание» - ($n=800$ об/мин);

- процесс перемешивания теста завершается через заданный промежуток времени после прохождения максимума момента (УМП) на валу;

- на стадии «Основное перемешивание» возможно выключение привода мешалки при превышении температуры теста максимально допустимого значения, при этом должна замигать красная индикаторная лампа «Перегрев теста».

Программа управления. «Процесс сбивания теста с завершением через заданный промежуток времени»:

- после последовательного нажатия кнопок «Автомат» и «Пуск» вначале в автоматическом режиме запускается подпрограмма «Начало перемешивания» – ($n=200$ об/мин, $\tau=3$ мин);

- после завершения подпрограммы «Начало перемешивания» сразу включается один из вариантов подпрограммы «Основное перемешивание»;

- после завершения подпрограммы «Основное перемешивание», сразу включается подпрограмма «Процесс сбивания теста с завершением через заданный промежуток времени» ($n=800$ об/мин, $\tau=40$ с.).

Программа управления. «Процесс сбивания теста с завершением через заданный промежуток времени после прохождения максимального момента на валу мешалки»:

- после последовательного нажатия кнопок «Автомат» и «Пуск» вначале в автоматическом режиме запускается подпрограмма «Начало перемешивания» – ($n=200$ об/мин, $\tau=3$ мин);

- после завершения подпрограммы «Начало перемешивания» сразу включается один из вариантов подпрограммы «Основное перемешивание»;

- после завершения подпрограммы «Основное перемешивание», сразу включается подпрограмма «Процесс сбивания теста с завершением через заданный промежуток времени после прохождения максимального момента на валу мешалки», например: $n=800$ об/мин, выключение происходит через $\tau=5$ с. после прохождения максимального момента (УМП) на валу мешалки.

Программа управления. «Процесс сбивания теста с завершением через заданный промежуток времени после стабилизации момента (УМП) на минимальном уровне»:

- после последовательного нажатия кнопок «Автомат» и «Пуск» вначале в автоматическом режиме запускается подпрограмма «Начало перемешивания» – ($n=200$ об/мин, $\tau=3$ мин);

- после завершения подпрограммы «Начало перемешивания» сразу включается один из вариантов подпрограммы «Основное перемешивание»;

- после завершения подпрограммы «Основное перемешивание», сразу включается подпрограмма «Процесс сбивания теста с завершением через заданный промежуток времени после стабилизации момента на минимальном уровне», например: $n=800$ об/мин, выключение происходит через $\tau=5$ с. после стабилизации момента на минимальном уровне.

Таким образом, разработана универсальная смесительно-сбивально-формующая установка с автоматизированной системой контроля и управления технологическими процессами и структурообразования при интенсивном замесе, сбивании и формовании кондитерского теста, позволяющая создавать высокоэффективные технологии и конкурентоспособную продукцию высокого качества.

ЛИТЕРАТУРА

1 Магомедов, Г.О. Установка для приготовления сбивного теста (особенности работы и основные технические характеристики) [Текст] / Г.О. Магомедов, В.В. Богданов, А.В. Евсеев, М.Г. Магомедов // Вестник ВГУИТ. - 2013. - № 1. - С. 17-23.

REFERENCES

1 Magomedov, G.O. Installation for preparation of whipped dough (feature of work and the main technical characteristics) [Text] / G.O. Magomedov, V.V. Bogdanov, A.V. Yevseyev, M.G. Magomedov // Bulletin of VSUET. - 2013. - № 1. - P. 17-23.

УДК 637.133.3:637.07

Аспирант М.С. Бабенко

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств,
тел. (473) 255-38-96

Разработка способа ИК пастеризации молока и комплексная оценка качества полученного продукта

Статья посвящена актуальности вопроса ИК пастеризации, разработке способа, и комплексной оценке качества полученного продукта в условиях малых пищевых предприятий и молочных, животноводческих ферм.

The article is devoted to the question of the relevance of IR pasteurization, a method, and comprehensive assessment of the quality of the product in small food enterprises and dairy and cattle farms.

Ключевые слова: инфракрасное излучение, пастеризация, молоко.

В соответствии с положениями «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» [1], основной целью которой является обеспечение населения страны качественной сельскохозяйственной продукцией и продовольствием, гарантией ее достижения является стабильность внутреннего производства, а также наличие необходимых резервов и запасов.

Согласно принятой «Доктрине продовольственной безопасности РФ» [2], доля отечественного производства продуктов питания, включая производство молока и молочных продуктов, должна быть доведена до 90 %.

В областной целевой программе «Развитие сельского хозяйства Воронежской области на 2013-2020 годы» [3] особое место отведено развитию молочного скотоводства Воронежской области. Мероприятиями Программы предусмотрен рост производства продуктов животноводства, в том числе:

- увеличение производства молока – до 859,2 тыс. тонн;
- потребление молока и молочных продуктов на душу населения до 340 кг;
- увеличение производства цельномолочной продукции до 403,0 тыс. тонн.

В Воронежской области, по итогам работы отрасли животноводства за 2012 г., валовое производство молока составило 209,1 тыс. тонн, что выше результатов производства за 2011 г. на 15,5 тыс. тонн или на 8 %.

По данным Института питания РАМН, годовое потребление молока и молочных продуктов из расчета на одного человека, принято в количестве 392 кг. В 2012 году - 260 кг, что меньше необходимой нормы на 33 %.

Увеличение потребления молока возможно при увеличении поголовья КРС и производственных мощностей на фоне снижения себестоимости готового продукта.

На основании опыта зарубежных производителей, снижение себестоимости молока и молочной продукции возможно через усиление производственной базы малых пищевых предприятий и молочных животноводческих ферм.

Основной проблемой на малых предприятиях и животноводческих фермах, осуществляющих сбыт сырья (молока), является его короткий срок хранения. Увеличения срока хранения возможно за счет дополнительной обработки – пастеризации, что требует монтажа дорогостоящего оборудования.

Наличие современных технологий и технических средств по первичной обработке и переработке молока резко повышает конкурентоспособность и рентабельность производства. Поэтому создание компактных малогабаритных недорогих и энергоэффективных технологических установок является важной проблемой в развитии сельского хозяйства.

Разработка и внедрение энергоэффективных электропастеризаторов на малых пищевых предприятиях и молочных животноводческих фермах позволит выйти на прямые связи данных хозяйств с потребителем. При этом готовый продукт должен отвечать существующим ГОСТам и одновременно иметь хорошие вкусовые и питательные качества.

В последние годы широкую популярность приобретают установки с комбинированным энергоподводом.

Наиболее перспективным направлением является использование возможностей ИК излучения с целью направленного воздействия на молоко и микроорганизмы, содержащиеся в нем [4].

Применение установок с ИК нагревом позволит отказаться от энергоёмкого оборудования, потребляющего воду, пар, и тем самым адаптировать их к использованию на малых пищевых предприятиях и молочных животноводческих фермах.

Нами разработан электропастеризатор для жидких пищевых продуктов представленный на рисунке 1.



Рисунок 1 - Электропастеризатор для жидких пищевых продуктов.

На электропастеризатор для жидких пищевых продуктов получен Патент РФ №2479232.

Схема экспериментальной установки пастеризации жидких пищевых продуктов с использованием тонкопленочных нагревательных элементов представлена на рисунке 2.

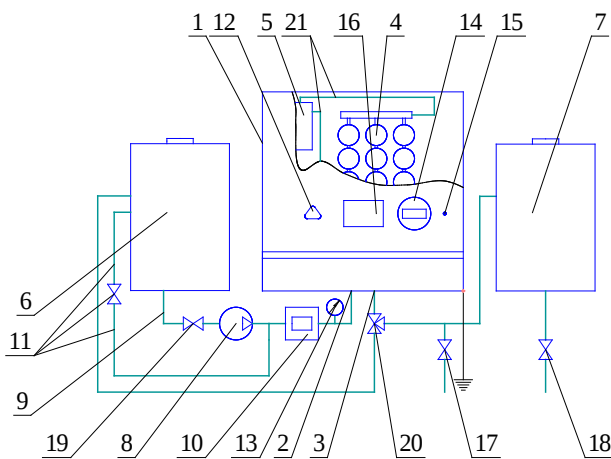


Рисунок 2 - Схема электропастеризатора для жидких пищевых продуктов.

Электропастеризатор имеет корпус 1 с размещенными в нем регулятором расхода жидкости 12, измеритель-регулятор температуры 16, счетчик электроэнергии 14, индикатор потока жидкости 15, патрубки для ввода исходного 2 и вывода готового продукта 3, а также трубопровод 21, на котором установлены датчики температуры исходного (не показано на схеме) и готового продукта (не показано на схеме), которые передают сигнал измерителю-регулятору температуры 16, датчик потока жидкости (не показано на схеме), который подает сигнал на индикатор потока жидкости 15. В трубопроводе 21 между датчиком потока жидкости, датчиком температуры исходного продукта и датчиком температуры готового продукта расположена секция ИК-нагрева с тонкопленочными нагревательными элементами 4, выполненными в виде полых, соединенных между собой, шаров из кварца, и промежуточная емкость 5, в которой установлен датчик температуры готового продукта. Трубопровод 21, расположенный внутри электропастеризатора, посредством патрубков для ввода исходного продукта 2 и вывода готового продукта 3 связан с трубопроводом 9, который соединяет электропастеризатор с емкостью исходного продукта 6 и емкостью готового продукта 7. На трубопроводе 9 расположены центробежный насос 8, счетчик расхода жидкости 10, обводной трубопровод (байпас) с возможностью регулирования давления 11, манометр 13, кран отбора проб 17, 18, кран переключения потока 20.

Электропастеризатор работает следующим образом. Из емкости исходного продукта 6, продукт с начальной температурой 20-22 °С центробежным насосом 8 по патрубки для ввода готового продукта 2, трубопроводу 9 и трубопроводу 21 нагнетается в секцию ИК-нагрева с тонкопленочными нагревательными элементами 4, где происходит его нагрев до температуры 43-45°С, затем он попадает в промежуточную емкость 5, после чего краном переключения потоков продукт через патрубок вывода готового продукта 3, направляется обратно в емкость исходного продукта 6, при этом кран 19 для подачи исходного продукта открыт и происходит перемешивание нагретого с исходным продуктом до приобретения всем объемом продукта температуры 43-45°С. Далее продукт с температурой 43-45°С из емкости исходного продукта 6 нагнетается по трубопроводу 9 в секцию ИК-нагрева с тонкопленочными нагревательными элементами 4, где пастеризуется до температуры 70-85 °С,

при этом кран переключения потока 20 переводится в другое положение и продукт из промежуточной емкости 5, направляется в емкость готового продукта 7.

Исследование влияния условий обработки молока ИК излучением на характер получения продукта с заданными показателями качества позволяет определить режим работы установки для получения готового продукта, соответствующего ГОСТам.

Для проведения опытов брали сырое молоко. Особое внимание при отборе проб обращалось на соблюдение строгих санитарных требований, а также отсутствие пороков вкуса, цвета и запаха.

Температурный режим подбирался в соответствии с расходом продукта. В процессе обработки напряжение на ИК нагревательных элементах поддерживалось номинальным, чтобы обеспечить постоянный спектр излучения и требуемую плотность теплового потока.

Стабилизация режима пастеризации молока характеризовалась постоянством температуры продукта на выходе из установки. Расход молока контролировали объемным способом с использованием расходомера. Пробы отбирали в начале и в конце опыта в стерильную посуду. Время эксперимента фиксировали секундомером.

По окончании проведения каждого опыта установку промывали теплой (30 °С) водой для удаления остатков молока, затем 0,5 % раствором каустической соды с температурой 65-70 °С и после этого горячей водой. Перед опытом всю систему промывали только горячей водой (75-85 °С).

Критерием контроля пастеризации молока на нормальность санитарного барьера служила фосфатаза, по которой принято характеризовать качество пастеризации. Фосфатаза отличается большей теплостойкостью, чем туберкулезная палочка. Следовательно, если фосфатаза в молоке инактивирована, это значит, что продукт подвергался более сильной тепловой обработке, чем это требует обеззараживание от возбудителя туберкулеза.

Фермент фосфатаза в настоящее время является основным показателем, позволяющим определить эффект пастеризации молока. Отсутствие в продукте фосфатазы является надежным признаком достаточной пастеризации.

Некоторое наличие фермента фосфатазы в облученном молоке при температурном режиме пастеризации 70 °С послужило предпосылкой проверки режима обработки в интервале 70-75 °С с целью определения температуры полной инактивации фермента фосфатазы.

Было установлено, что при температурных режимах обработки молока ИК излучением выше 72 °С, с выдержкой 10-20 сек. и расходе продукта $1-1,3 \cdot 10^{-4}$ м³/с обеспечивается требуемый эффект пастеризации.

В результате проведенных исследований на основании данных микробиологического и санитарно-химического контроля молока, проведенного лабораторией Роспотребнадзора, было установлено, что обработка молока ИК излучением сопровождается снижением титруемой кислотности на 2-3 °Т при отсутствии изменения таких показателей, как плотность и массовая доля жира. Отсутствие в облученном молоке активной фосфатазы также свидетельствует о достаточной степени пастеризации.

Такие показатели, как количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов заметно снижается. Молоко при такой обработке приобретало вкус слегка пастеризованного. Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, бактерии группы кишечной палочки, стафилококки, в общей микрофлоре молока после ИК пастеризации не обнаружены.

Стойкость пастеризованного молока составляла: при 3-7 °С более 7 суток, при 37 °С от 16 до 24 ч, при 18-20 °С от 36 до 60 ч.

Оценка качества воздействия ИК излучения на молоко проводилась по микробиологическим показателям и заключалась в сравнении качественных показателей молока, обработанного ИК излучением, с сырым и пастеризованным заводским способом (в пластинчатом теплообменном аппарате).

На проведенные исследовательские результаты получены протоколы, на основании которых составлена таблица 1. В таблице 1 представлены результаты микробиологического и санитарно-химического состава молока до пастеризации, после ИК пастеризации и после пастеризации заводским способом.

Определение микробиологических и санитарно-химических показателей молока (кишечная палочка, стафилококки, определение изменения уровня кислотности, определение массовой доли жира, плотности, наличие фосфатазы) производилось в испытательном лабораторном центре гигиены и эпидемиологии Воронежской области федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) по ГОСТам (таблица 1).

Результаты микробиологического и санитарно-химического состава молока

№ п/п	Определяемые показатели, единицы измерений	Результаты исследований			Гигиенический норматив, показатели по НД	НД на методы исследований
		Молоко сырое	Молоко после ИК пастеризации	Молоко после пастеризации на молокозаводе		
Микробиологические показатели						
1	КМАФАнМ, КОЕ/см³	1x10 ⁸	1x10 ³	1x10 ³	не более 1x10 ⁵ для высшего сорта не более 5x10 ⁵ для первого сорта не более 4x10 ⁶ для второго сорта	ГОСТ Р 53430-2009 ГОСТ Р ИСО 7218-11
2	БГКП (колиформы) в 0,01 см³	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не допускается	ГОСТ Р 53430-2009
3	Стафилококки S. aureus 1,0 см³	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не допускается	ГОСТ 30347- 97
4	Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, в 25 см³	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не допускается	ГОСТ Р 52814-07
Физико-химические показатели						
5	Массовая доля жира, %	4,30±0,08	4,30±0,08	3,50±0,08	в зависимости от ТУ	ГОСТ 5867- 90
6	Плотность, кг/м³	1031,0±1,0	1030,0±1,0	1029,0±1,0	-	ГОСТ Р 54758-2011
7	Кислотность, °Т	20,0±1,9	16,8±1,9	16,4±1,9	-	ГОСТ Р 54669-2011
8	Фосфатаза	присутствует	отсутствует	отсутствует	-	ГОСТ 3623- 73

По итогам работы можно сделать следующие выводы:

1. При обработке молока ИК излучением, с доведением его температуры пастеризации до 75 ± 2 °С и выше, в облученном молоке щелочная фосфатаза не была обнаружена. Это свидетельствует о гигиенической надежности разработанного способа пастеризации.

2. Молоко, обработанное ИК излучением, при хранении в стерильной посуде при 18-20 °С обладает высокой стойкостью 36-60 ч, при температуре хранения 3-7°С – более 7 суток. Микрофлора, оставшаяся после пастеризации, инертна в биохимическом отношении и не снижает стойкость молока в заданном интервале времени.

3. Эффективность пастеризации и стойкость молока, обработанного ИК излучением, соответствует существующим ГОСТам. Специфического воздействия ИК излучения на микрофлору молока не обнаружено.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Указ Президента РФ от 12 мая 2009 г. №537 «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» [Текст] // Российская газета. – 2009. - № 4912.
- 2 Указ Президента РФ от 30 января 2010 г. №120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Текст] // Российская газета. -2010. - № 5100.
- 3 Постановление Правительства Воронежской области от 2 октября 2012 г. N 874 "Об утверждении региональной программы "Развитие сельского хозяйства Воронежской области на 2013 - 2020 годы" [Текст].
- 4 Бабенко, М. С. Перспективы и оценка возможности ИК-пастеризации в условиях малых предприятий. Новые технические решения [Текст] / М. С. Бабенко // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2012. - № 27. - С. 28-34.

5 Голубева, Л.В. Практикум по технологии молока и молочных продуктов. Технология цельномолочных продуктов [Текст]: учебное пособие / Л.В. Голубева, О.В. Богатова, Н.Г. Догарева. - СПб.: «Лань», 2012. – 384 с.

REFERENCES

1 Presidential decree of 12 May 2009 № 537 «On the strategy of national security of the Russian Federation until 2020» [Text] // Russian newspaper. – 2009. - № 4912.

2 Presidential decree of January 30, 2010 № 120 «On approval of the food security doctrine of the Russian Federation» // Russian newspaper. – 2010. - № 5100.

3 Resolution of the government of the Voronezh region from October 2, 2012 N 874 «On approval of the regional program» Development of Agriculture of the Voronezh region in 2013 – 2020» [Text].

4 Babenko, M.S. Outlook and assess the possibility of IR pasteurization in small businesses. New technical solutions [Text] / M.S. Babenko // Bulletin of the Kaliningrad State Technical University. – 2012. - № 27. - P. 28-34.

5 Golubeva, L.V. Workshop on the technology of milk and dairy products. The technology of whole-milk products [Text]: textbook / L.V. Golubeva, O.V. Bogatova, N.G. Dogareva. - St.P.: "Lan". – 2012. – P. 384.

Аспирант О.Е. Ходырева

(Воронежский филиал РГТЭУ) кафедра коммерции и товароведения, тел. 89515436833

доцент М.Г. Магомедов

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, тел (473) 255-38-51

заведующая лабораторией Л.В. Дремина

ОАО «Холод», г. Воронеж

Мороженое с комбинированным составом сырья

Молочные изделия являются продуктом ежедневного спроса. В наше время активно усваиваются новые виды сырья, технологии, рецептуры. Одним из наиболее распространенных способов обогащения молочных продуктов является сочетание молочного и растительно сырья. Была исследована возможность внесения концентрированной пасты из топинамбура в молочные изделия. Объектом исследования был выбран вид мороженого пломбир «Ванильный».

Dairy products are the product of daily demand. Nowadays actively assimilate new types of raw materials, technology, formulation. One of the propagation methods of enriching dairy products is a combination of milk and vegetable raw materials. The possibility of making a concentrated paste of Jerusalem artichoke in dairy products was investigated. The ice cream sundae "Vanilla" was chosen as the object of research.

Ключевые слова: мороженое, топинамбур, концентрированная паста из топинамбура.

Мороженое – взбитый, замороженный и потребляемый в замороженном виде сладкий молочный продукт.

Мороженое изготавливается обычно из молока, сливок, масла, сахара с добавлением большого количества продуктов переработки молока, вкусовых и ароматических веществ.

Существуют различные виды мороженого, например, молочное, сливочное и пломбир. Мороженое — высококалорийный продукт, отдельные разновидности основных видов мороженого содержат до 20 % жиров и до 20 % углеводов. Поэтому появляется проблема употребления продукта людьми, заболеваниями которых требует диетического питания.

Актуальной проблемой современного общества является потребность человека в пищевых продуктах, отвечающих требованиям здорового питания. Исследования ученых в этой области направлены на расширение ассортимента этих товаров, а также на повышение их биологической ценности.

Основными критериями для создания обогащенных продуктов являются: разнообразность, достаточная узнаваемость и традиционность, возможность частого употребления. Кроме того, компоненты, входящие в рецептуру, не должны взаимоисключать обогащающее их сырье.

Молочные изделия относятся к категории продуктов, употребляемых человеком практически каждый день. Активно совершенствуются существующие и разрабатываются новые разновидности мороженого. Осваиваются новые виды сырья, технологии, рецептуры. Одним из наиболее распространенных способов корректировки состава молочных продуктов является сочетание молочного и растительного сырья. Расширяется ассортимент молочных изделий с повышенным содержанием белка, пищевых волокон, витаминов и других веществ. Также используются фруктовые и овощные наполнители, травы, орехи и другие натуральные компоненты.

Использование дисахаридов в большом количестве в качестве подсластителя при производстве молочных продуктов влечет за собой ряд негативных последствий для здоровья человека. Организм взрослых производит недостаточно фермента для расщепления лактозы, чтобы полностью гидролизировать лактозу до моносахаридов. У таких людей лактоза не всасывается стенками кишечника и возникает ощущение «вздутия живота». Кроме этого, углеводы мороженого, включающие крахмал, декстрины и родственные им вещества, могут привести к развитию диабета, кариеса, избыточного веса. Возникает потребность поиска нетрадиционных натуральных заменителей сахара. Здесь могут быть использованы компо-

ненты некоторых растений, являющихся источником углеводов, витаминов, минеральных веществ, природных антиоксидантов и других биологически активных соединений. Подсластители могут применяться в пищевых продуктах для снижения калорийности в диетических продуктах, предназначенных для лиц, которым рекомендуется ограничивать (исключить) потребление сахара. Для использования в качестве натуральных подсластителей особый интерес представляют продукты переработки топинамбура [1].

Топинамбур, а также продукты его переработки активно используют в пищевой промыш-

ленности для корректировки пищевой ценности продуктов питания. Полезные свойства и доступность топинамбура делают перспективным его широкое использование. Основная ценность топинамбура, отличающая его от других овощей, это его углеводная фракция, представленная полифруктозаном инулином (до 12 %), который сопровождается в небольших количествах псевдоинулином, инулинином, гелиантелином и синантрином. В таблице 1 представлены средние показатели химического состава топинамбура в процентах на абсолютное сухое вещество (20,2-25,0 % к массе свежих клубней) [2].

Т а б л и ц а 1

Показатели химического состава клубней топинамбура

Состав	Содержание, % по массе на СВ
Фруктозаны	45,00-80,00
Спирторастворимые	21,70-60,00
Водорастворимые	12,80-42,60
Пектиновые вещества	2,15-5,94
Гемичеселлюлоза	0,77-2,57
Целлюлоза	2,30-6,35
Жир	0,40-0,64
Белок	9,10-15,50
Зола	5,00-9,60

Содержание и состав углеводной фракции в клубнях топинамбура зависит от сорта овоща. Содержание наиболее высокомолекулярной фракции углеводов было отмечено у сорта Интерес. Поэтому он был выбран для дальнейшего исследования. Сырые клубни топинамбура служат ценным сырьем для производства кулинарной продукции с функциональными свойствами, что позволяет увеличить ассортимент продуктов, обогащенных биологически активными веществами, снижать включение в рецептуры дорогостоящего сырья,

калорийность и себестоимость продукции. Но наибольший интерес представляют продукты переработки топинамбура. Одним из таких продуктов является выработанная на кафедре ТХКМиЗП ВГУИТ концентрированная паста из топинамбура – гомогенная вязкая масса светлого бежевого цвета, со сладким вкусом и фруктовым запахом [3]. При применении концентрированной пасты из топинамбура появляется возможность обогатить готовый продукт пищевыми волокнами, витаминами, микро- и макроэлементами.

Т а б л и ц а 2

Физико-химические показатели концентрированной пасты из топинамбура [4]

Наименование показателя	Значение
Массовая доля сухих веществ, %	55,00
Массовая доля редуцирующих веществ, %	13,30
Титруемая кислотность, град	3,50
Сырой протеин, г/100 г продукта	2,32
Пищевые волокна, г/100 г продукта	8,36
Содержание инулина, г/100 г продукта	27,45
Суммарная антиоксидантная активность, мг кверцетина/100 г	47,98
Аскорбиновая кислота (C), мг/100 г продукта	18,66
Тиамин (B ₁), мг/100 г продукта	0,90
Рибофлавин (B ₂), мг/100 г продукта	1,50
Минеральные вещества, мг/100 г продукта:	
Na	4,02
K	274,31
Ca	50,30
Mg	43,00
P*	146,73
Fe*	3,35
Si*	9,70
* - расчетные значения	

С целью снижения сахароемкости и увеличения пищевой ценности мороженого исследована возможность внесения концентрированной пасты из топинамбура в продукт. Объектом исследования был выбран вид мороженого «Пломбир Ванильный». Исследо-

вания проводились на базе лаборатории предприятия ЗАО «Холод». При добавлении концентрированной пасты из топинамбура в «Пломбир Ванильный» учитывались органолептические показатели: консистенция, вкус, запах, цвет. Данные приведены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Органолептические показатели «Пломбира Ванильного»
с добавлением концентрированной пасты из топинамбура

Концентрация пасты из топинамбура	Органолептические показатели мороженого			
	Консистенция	Вкусовые качества	Запах	Цвет
4%	Однородная, достаточно плотная	Еле различимый привкус топинамбура	Ванильного пломбира	Равномерный характерный для данного вида мороженого
7%	Однородная, достаточно плотная	Еле различимый привкус топинамбура	Ванильного пломбира	Равномерный характерный для данного вида мороженого
10%	Однородная, достаточно плотная	Легкий привкус топинамбура	Чувствуется посторонний привкус топинамбура	Равномерный, слегка кремовый

Из данной таблицы видно, что для обогащения мороженого можно добавлять 10 % концентрированной пасты из топинамбура, хотя чувствуется специфический запах и вкус продукта, который может не понравиться детям. Для преодоления этой проблемы добавили натуральный ароматизатор «Сливочный Ликер» компании ЗАО «Союз-Снаб». Таким образом, введение концентрированной пасты из топинамбура в мороженое «Пломбир Ванильный» привело к улучшению его органолептических показателей, обогащению готового продукта микро- и макроэлементами и витаминами.

ЛИТЕРАТУРА

1 Полянский, К.К. Подсластители из растительного сырья при производстве молочных напитков [Текст]: монография / К.К. Полянский. – Воронеж: Истоки, 2010. – 100 с.

2 Полянский, К. К. Топинамбур: перспективы использования в молочной промышленности [Текст] / К. К. Полянский, Н. С. Родионова, Л. Э. Глаголева. – Воронеж: Издательство ВГУ, 1999. – 104 с.

3 Пат. 2467070 РФ, МПК C13K 11/00, A23L 1/212 Способ получения концентрированной пасты из топинамбура [Текст] / Г.О. Магомедов, М.Г. Магомедов, В.В. Астрединова, Н.И. Мусаев и др.; заявитель и патентообладатель ВГТА. – № 2011112624/13; заявл. 01.04.2011; опубл. 20.11.2012, Бюл. № 32.

4 Магомедов, Г.О. Концентрированная паста из топинамбура [Текст] / Г.О. Магомедов, М. Г. Магомедов, В. В. Астерединова, Н.И. Мусаев и др. // Пищевая промышленность. – 2012. - №2. – С. 24-26.

REFERENCES

1 Polyansky, K.K. Sweeteners from plant raw materials in the manufacture of milk-based drinks [Text]: monograph / K.K. Polyansky. - Voronezh: Istoki, 2010. - 100 p.

2 Polyansky, K.K. Jerusalem artichoke: prospects for use in the dairy industry [Text] / K.K. Polansky, N.S. Rodionova, L.E. Glagoleva. - Voronezh: VSU Publisher, 1999. - 104 p.

3 Pat . 2467070 RF IPC S13K 11/00 , A23L 1/212 Method for preparing of concentrated pastes from artichoke [Text] / G.O. Magomedov, M.G. Magomedov, V.V. Astredinova, N.I. Musayev et al; applicant and patentee VSTA. - № 2011112624 /13; appl. 01.04.2011; publ. 20.11.2012, Bull. № 32.

4 Magomedov, G.O. Concentrated paste from artichoke [Text] / G.O. Magomedov, M.G. Magomedov, V.V. Asteredinova, N.I. Musayev et al // Food industry. - 2012. - № 2. – P. 24-26.

УДК 664.002.5:640.432

Профессор А.И. Черевко, доцент В.А. Скрыпник

(Харьков. гос. ун-т. питания и торговли) кафедра процессов, аппаратов и автоматизации пищевых производств, тел. 8-10-38-(057)-336-89-79

ассистент А.Г. Фарисеев

(ВНЗ Укоопсоюза «Полтав. ун-т эконом. и торг.») кафедра технологического оборудования пищевых производств и торговли, тел. 8-10-38-(05322)-2-04-01

Результаты исследования массопроводности свиного мяса под воздействием теплового потока и тока электроосмоса

Изучение влияния теплового потока и тока электроосмоса на количественные параметры массопроводности свиного мяса. Обоснование частоты тока электроосмоса при двустороннем жарении свиного мяса в условиях электроосмоса.

Effect of heat flux and electroosmosis on quantitative parameters of mass conductivity pork meat has been studied. Current frequency of electroosmosis with bilateral frying pork under electroosmosis was justified.

Ключевые слова: массопроводность, свиное мясо, тепловой поток, электроосмос, двустороннее жарение

Жарение является одним из самых распространенных способов тепловой обработки пищевых продуктов. Жарению подвергается широкий ассортимент как натуральных, так и рубленых изделий из мяса, рыбы, овощей и теста. Сущность процесса жарения заключается в подведении к продукту теплоты в течение времени, необходимого для прогрева внутренних слоев до температуры 70-90 °С, и нагрева наружного слоя до температуры 115-135 °С, и формирования на его поверхности специфической корочки прожаривания. Наибольшей популярностью среди потребителей пользуются жареные изделия из натурального мяса, которые в подавляющем большинстве заведений ресторанного хозяйства доводятся до кулинарной готовности с использованием традиционного оборудования, имеющего ряд недостатков: неравномерность температурного поля на поверхности жарения, низкие тепловой коэффициент полезного действия [1], эксергетический и энергетический коэффициенты [2] и большой удельный расход энергоносителя, значительная длительность процесса, и, как следствие, значительные потери массы готового продукта (11-35 %).

В работе [3] авторами предложены возможные пути повышения энергоэффективности и ресурсосбережения оборудования для жарения, одним из которых является использование электроосмоса при двустороннем жарении.

Целью работы было определение влияния теплового потока и тока электроосмоса на количественные параметры массопроводности свиного мяса для обоснования частоты тока электроосмоса при двустороннем жарении.

Объектом исследований были процессы массопроводности, возникающие в свином мясе под воздействием теплового потока и при комбинированном воздействии теплового потока и тока электроосмоса. Предметом исследования были образцы, изготовленные из длиннейшей мышцы свинины.

Для исследования количественных параметров массопроводности как под воздействием теплового потока, так и под воздействием теплового потока и тока электроосмоса использовалась установка (рисунок 1), выполненная на основе модифицированного устройства Перрена [4].

Опытные образцы изготавливались из длиннейшей мышцы свинины. Мясо при помощи специальных наставок разрезалось поперек волокон на куски толщиной 0,005 м, 0,01 м, 0,015 м, из которых с помощью заостренного края стеклянного цилиндра 5 вырезались образцы площадью $3,46 \cdot 10^{-4}$ м², $8,04 \cdot 10^{-4}$ м² и $12,62 \cdot 10^{-4}$ м².

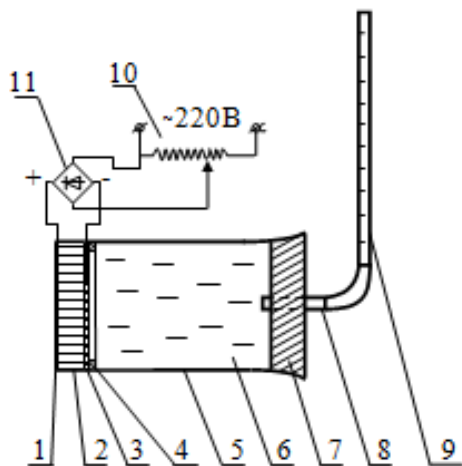


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки по определению количества перенесенного вещества в свином мясе под воздействием теплового потока и тока электроосмоса: 1 - медная пластина (герметичный электрод); 2 - опытный образец мяса, 3 - перфорированный электрод, 4 - прижимное кольцо, 5 - стеклянный цилиндр, 6 - вода, 7 - пробка, 8 - трубка, 9 - мерный капилляр, 10 - ЛАТР, 11 - диодный мостик.

Для исследования процессов массопроводности в свином мясе под влиянием теплового потока опытный образец 2 с температурой 293 К размещался в стеклянном цилиндре 5 вплотную к медной пластине 1 толщиной $0,35 \cdot 10^{-3}$ м и прижимался перфорированной пластиной (электродом) 3 и прижимным кольцом 4 для предотвращения деформации мяса при нагревании. После этого система со стороны прижимного кольца заполнялась водой с температурой 293 К и закрывалась пробкой 7. Через пробку 7 с помощью трубки 8 к системе присоединялся мерный капилляр 9, по шкале которого и определялся объем перенесенного вещества в мясе под действием теплового потока. В качестве источника тепла использовался плоский нагревательный элемент с температурой поверхности 150 °С, который плотно прижимался к медной пластине 1. Все эксперименты по исследованию массопроводности проводились при подведенном тепловом потоке от нагревателя $Q = 72$ Вт, который поддерживался постоянным с помощью фазового регулятора напряжений на семисторе ВТА16-600В.

Поскольку при жарении мясных изделий влага, находящаяся в месте контакта с поверхностью жарения, закипает почти мгновенно, за начало отсчета процессов массопроводности в данных исследованиях был взят момент полного ее закипания и начала интенсивного парообразования у медной пластины 1.

Для определения количества перенесенного вещества при комбинированном воздействии теплового потока и тока электроосмоса опытные образцы 2 размещались в стеклянном цилиндре 5 между медной пластиной 1 (герметичным электродом) и перфорированным электродом 3 и прижимались прижимным кольцом 4. Заполнение системы водой осуществлялось по указанной выше методике. В качестве источника тока электроосмоса использовалась электрическая сеть напряжением 220 В, которая подавалась через ЛАТР 10 (лабораторный трансформатор с плавной регулировкой напряжения) и диодный мостик 11 для преобразования переменного тока в постоянный. Подача напряжения на электроды для обеспечения электроосмоса и, соответственно, отсчет количества перенесенного вещества осуществлялись с момента интенсивного закипания влаги, находящейся у медной пластины 1.

Все эксперименты по исследованию массопроводности осуществлялись во временном диапазоне 0-5 с.

Общее влагосодержание опытных образцов определялось согласно [5] и составило $w = 0,728$.

В ходе исследований было установлено, что прогрев медной пластины до температуры 107-108 °С, обеспечивающей интенсивное закипание влаги, при тепловом потоке $Q = 72$ Вт осуществлялся за 15 с. Увеличение или уменьшение величины теплового потока соответственно сокращает или увеличивает продолжительность прогрева пластины.

Согласно полученным результатам исследований (таблица 1), увеличение толщины мяса от 0,005 м до 0,015 м с площадью образцов $S_m = 8,04 \cdot 10^{-4}$ м² при воздействии теплового потока приводит к нелинейному уменьшению количества перенесенного вещества как при горизонтальном расположении стеклянного цилиндра 5, так и при вертикальном его расположении, во временном интервале 15-20 с. Графически результаты исследования приведены на рисунке 2, из которых видно, что при длительности воздействия до 15 с происходит прогрев медной пластины 1 до температуры 107 °С, и поэтому процессы массопроводности происходят с небольшой интенсивностью. Начиная с 15 с, с момента полного прогрева пластины и интенсивного закипания влаги у пластины, наблюдается значительное увеличение количества перенесенного вещества в мясе, что, в свою очередь, связано с образованием определенного давления водяного пара со стороны поверхности нагрева.

Т а б л и ц а 1

Результаты исследования количества перенесенного вещества в свином мясе под воздействия теплового потока в зависимости от толщины и времени воздействия

$\delta_m, \text{м}$	Количество перенесенного вещества, $V_g \cdot 10^6, \text{м}^3$, при продолжительности воздействия $\tau, \text{с}$							
	5	10	15	16	17	18	19	20
горизонтальное размещение стеклянного цилиндра								
0,005	0,045	0,090	0,135	0,169	0,203	0,237	0,271	0,305
0,010	0,035	0,070	0,105	0,135	0,164	0,194	0,223	0,253
0,015	0,025	0,050	0,075	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200
вертикальное размещение стеклянного цилиндра								
0,005	0,036	0,072	0,108	0,135	0,162	0,190	0,217	0,244
0,01	0,028	0,056	0,084	0,108	0,131	0,155	0,178	0,202
0,015	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100	0,120	0,140	0,160

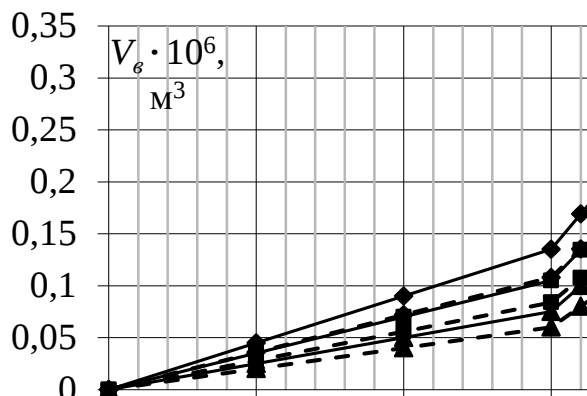


Рисунок 2 - Результаты исследования количества перенесенного вещества в свином мясе при воздействии теплового потока от толщины продукта и времени воздействия при размещении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;
---- - вертикальном.

Характер зависимостей одинаков как при вертикальном, так и при горизонтальном размещении стеклянного цилиндра, но в последнем случае перенос вещества осуществляется в 1,25 раза интенсивнее. Уменьшение количества перенесенного вещества от толщины продукта можно объяснить тем, что при увеличении толщины мяса увеличивается и сопротивление движению вещества в капиллярах, щелях и порах (в дальнейшем - ЩКП) мяса. Влияние способа расположения стеклянного цилиндра объясняется тем, что при вертикальном размещении на вещество в ЩКП мяса дополнительно действует сила тяжести, которая вызывает дополнительное сопротивление переносу вещества. При горизонтальном расположении такие потери отсутствуют.

Аналитически зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе V_g под воздействием теплового потока $Q = 72 \text{ Вт}$ с момента интенсивного закипания жидкости на протяжении 5 с от толщины опытного образца δ_m и продолжительности нагрева τ при постоянной его площади ($S_m = 8,04 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$) можно представить в виде уравнения:

$$V_g = k_1 \cdot \delta_m^{-(1-w)} \cdot \tau, \text{ м}^3, \quad (1)$$

где k_1 - коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств мяса; при горизонтальном расположении стеклянного цилиндра $k_1 = 8,2 \cdot 10^{-9}$, при вертикальном его расположении $k_1 = 6,5 \cdot 10^{-9}$. Эта зависимость приведена на рисунке 3.

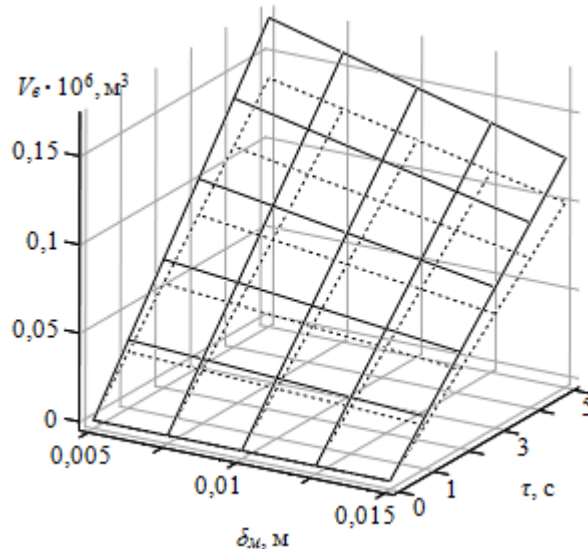


Рисунок 3 - Зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе при воздействии постоянного теплового потока от толщины мяса и времени воздействия при расположении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;
---- - вертикальном.

Исследования по определению влияния площади опытного образца (использовались образцы толщиной $\delta_m = 0,01 \text{ м}$ и площадью $S_m = 3,46 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, $8,04 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ и $12,62 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$) на процессы переноса вещества при воздействии теплового потока $Q = 72 \text{ Вт}$ от нагревателя показали (таблица 2), что количество перенесенного вещества прямо пропорционально зависит от площади опытного образца на протяжении 5 с с момента прогрева медной пластины и начала интенсивного парообразования.

Графически результаты исследований приведены на рисунке 4.

Т а б л и ц а 2

Результаты исследования количества перенесенного вещества в свином мясе при воздействии теплового потока в зависимости от площади опытного образца и продолжительности воздействия

$S_m \cdot 10^4, \text{м}^2$	Количество перенесенного вещества, $V_g \cdot 10^6, \text{м}^3$, при продолжительности воздействия $\tau, \text{с}$							
	5	10	15	16	17	18	19	20
горизонтальное размещение стеклянного цилиндра								
3,46	0,015	0,030	0,045	0,058	0,071	0,083	0,096	0,109
8,04	0,035	0,070	0,105	0,135	0,164	0,194	0,223	0,253
12,62	0,055	0,110	0,165	0,211	0,257	0,304	0,350	0,396
вертикальное размещение стеклянного цилиндра								
3,46	0,012	0,024	0,036	0,046	0,057	0,067	0,077	0,087
8,04	0,028	0,056	0,084	0,108	0,131	0,155	0,178	0,202
12,62	0,044	0,088	0,132	0,169	0,206	0,243	0,280	0,317

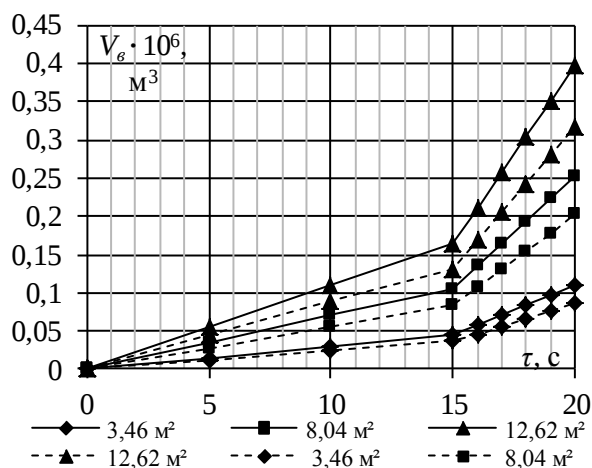


Рисунок 4 - Результаты исследования количества перенесенного вещества в свином мясе при воздействии теплового потока от площади образца и времени воздействия при расположении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;
---- - вертикальном.

При воздействии постоянного теплового потока продолжительностью 0-15 с интенсивность процесса переноса вещества находится на достаточно низком уровне, а с момента полного прогрева медной пластины и интенсивного закипания жидкости значительно увеличивается. Способ расположения стеклянного цилиндра оказывает существенное влияние на количество вещества, перенесенного в мясе. Так, при одних и тех же условиях при горизонтальном расположении стеклянного цилиндра переносится в 1,25 раза больше вещества, чем при его вертикальном расположении.

Аналитически зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе под воздействием теплового потока с момента интенсивного закипания жидкости на протяжении 5 с от площади опытного образца и продолжительности воздействия можно представить в виде уравнения:

$$V_g = k_2 \cdot S_m \cdot \tau, \text{м}^3, \quad (2)$$

где k_2 - коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств мяса; при горизонтальном расположении стеклянного цилиндра $k_2 = 36,692 \cdot 10^{-6}$, при вертикальном его расположении $k_2 = 29,353 \cdot 10^{-6}$. Эта зависимость приведена на рисунке 5.

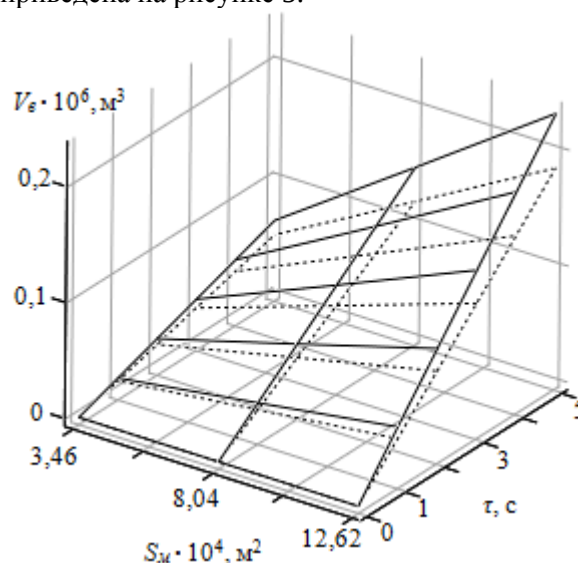


Рисунок 5 - Зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе при воздействии постоянного теплового потока от площади мяса и продолжительности нагрева при расположении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;
---- - вертикальном.

Исследование влияния величины теплового потока от нагревателя и продолжительности нагрева на количество перенесенного вещества в свином мясе при горизонтальном и вертикальном расположении стеклянного цилиндра проводились с опытными образцами площадью $S_m = 8,04 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ и толщиной $\delta_m = 0,01 \text{ м}$. Результаты исследований приведены в таблице 3 и на рисунке 6.

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что тепловой поток от нагревателя существенно влияет на количество перенесенного вещества. Увеличение величины теплового потока при нагреве опытных образцов и его продолжительности приводит к прямо про-

порциональному увеличению количества перенесенного вещества.

Аналитически зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе от величины теплового потока нагревателя Q и продолжительности нагрева τ с момента полного прогрева медной пластины и интенсивного закипания пара при постоянных площади и толщине опытного образца можно представить в виде уравнения:

$$V_e = k_3 \cdot Q \cdot \tau, \text{ м}^3, \quad (3)$$

где k_3 - коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств опытного образца; при горизонтальном расположении стеклянного цилиндра $k_3 = 40,7 \cdot 10^{-9}$; при вертикальном его расположении $k_3 = 32,6 \cdot 10^{-9}$. Эта зависимость приведена на рисунке 7.

Т а б л и ц а 3

Результаты исследования количества перенесенного вещества в свином мясе от величины теплового потока нагревателя и продолжительности нагрева

Q, Вт	Количество перенесенного вещества, $V_e \cdot 10^6$, м ³ , при продолжительности воздействия τ , с				
	1	2	3	4	5
горизонтальное размещение стеклянного цилиндра					
18	0,0074	0,0148	0,0221	0,0295	0,0369
36	0,0148	0,0295	0,0443	0,0590	0,0738
54	0,0221	0,0442	0,0664	0,0885	0,1106
72	0,0295	0,0590	0,0885	0,1180	0,1475
вертикальное размещение стеклянного цилиндра					
18	0,0059	0,0118	0,0177	0,0236	0,0295
36	0,0118	0,0236	0,0354	0,0472	0,0590
54	0,0177	0,0354	0,0531	0,0708	0,0885
72	0,0236	0,0472	0,0708	0,0944	0,1180

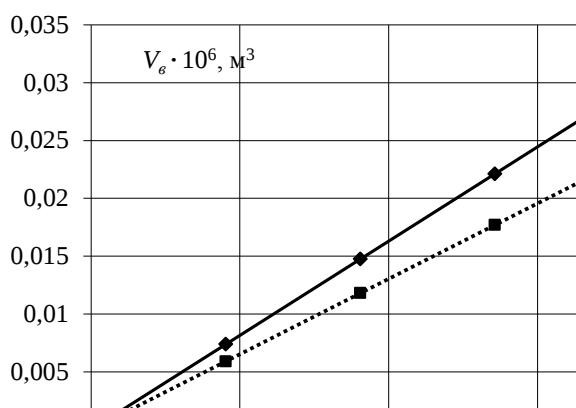


Рисунок 6 - Результаты исследования количества перенесенного вещества в свином мясе от величины теплового потока нагревателя, $\tau = 1$ с, при расположении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;
 - вертикальном.

Решение системы уравнений (1-3) в данном диапазоне параметров (Q , S_m , δ_m , τ), определяемыми каждым из уравнений (1), (2), (3), позволяет определить количество вещества, перенесенного в свином мясе под воздействием теплового потока нагревателя, которое аналитически может быть выражено в виде зависимости:

$$V_{em} = k_m \cdot Q \cdot S_m \cdot \delta_m^{-(1-w)} \cdot \tau, \text{ м}^3, \quad (4)$$

где: k_m - коэффициент массопроводности свиного мяса под воздействием теплового потока нагревателя, м²/(с·Вт); в данном случае при влажности мяса $w = 0,728$ при горизонтальном расположении стеклянного цилиндра $k_m = 0,14087 \cdot 10^{-6}$ м²/(с·Вт); при вертикальном его расположении $k_m = 0,11167 \cdot 10^{-6}$ м²/(с·Вт).

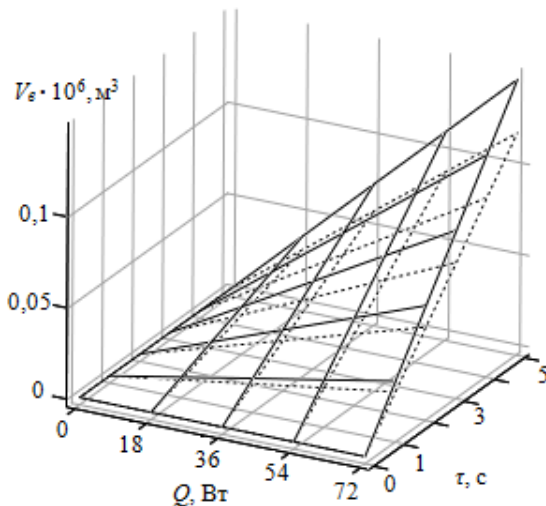


Рисунок 7 - Зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе от величины теплового потока нагревателя и продолжительности нагрева до 5 с с момента полного прогрева медной пластины и начала интенсивного парообразования при расположении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;
 - вертикальном.

Уравнение (4) с уровнем доверия 0,95 позволяет аппроксимировать полученные экспериментальные данные (таблицы 1-3).

В соответствии с уравнением (4), количество вещества (поток вещества J_m), переносимого через единицу площади S_m в единицу времени τ в данном диапазоне параметров зависит от величины теплового потока нагревателя, толщины образца мяса и его влажности:

$$J_m = \frac{V_{em}}{S_m \cdot \tau} = k_m \cdot Q \cdot \delta_m^{-(1-w)}, \text{ м/с}. \quad (5)$$

Результаты комбинированного воздействия во временном диапазоне 0-20 с теплового потока и тока электроосмоса от площади опыт-

ного образца мяса на количество перенесённого вещества приведены в таблице 4 и на рисунке 8.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что на протяжении 2 с воздействие теплового потока и тока электроосмоса на количество перенесенного вещества в опытных образцах накладывается друг на друга, что выражается прямопропорциональной зависимостью.

Т а б л и ц а 5

Результаты исследования количества перенесенного вещества в опытных образцах разной площади при комбинированном воздействии теплового потока и тока электроосмоса

$S_m \cdot 10^4$, m^2	Количество перенесенного вещества, $V_e \cdot 10^6$, m^3 , при продолжительности воздействия τ , с							
	5	10	15	16	17	18	19	20
горизонтальное размещение стеклянного цилиндра								
3,46	0,015	0,300	0,045	0,110	0,174	0,219	0,263	0,297
8,04	0,350	0,700	0,105	0,255	0,404	0,510	0,610	0,690
12,62	0,550	0,110	0,165	0,399	0,634	0,801	0,957	1,083
вертикальное размещение стеклянного цилиндра								
3,46	0,012	0,024	0,036	0,093	0,149	0,181	0,215	0,244
8,04	0,028	0,056	0,084	0,216	0,347	0,420	0,500	0,567
12,62	0,044	0,088	0,132	0,338	0,545	0,659	0,785	0,890

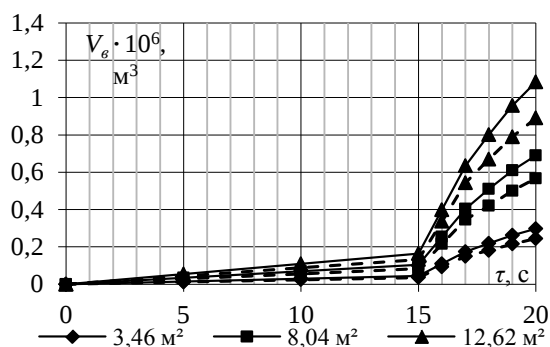


Рисунок 8 - Результаты исследования количества перенесенного вещества в опытных образцах разной площади при комбинированном воздействии теплового потока и тока электроосмоса при размещении стеклянного цилиндра:

— - горизонтальном;
---- - вертикальном.

После 2 с комбинированного воздействия характер зависимости меняется на нелинейный, что, очевидно, можно объяснить обезвоживанием слоя мяса, прилегающего к медной пластине (герметичному электроду).

В ранее проведенных исследованиях установлена закономерность переноса вещества в свином мясе под воздействием тока

электроосмоса во временном интервале 0-5 с и диапазоне разницы потенциалов U 0-36 В в виде уравнения:

$$V_{e3} = k_3 \cdot U \cdot S_m \cdot \delta_m^{-w} \cdot \tau, \text{ м}^3, \quad (6)$$

где k_3 - коэффициент массопроводности мяса под воздействием электрического тока; при влажности мяса ($w = 0,728$) и горизонтальном расположении стеклянной трубки $k_3 = 0,1935 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/(\text{с} \cdot \text{В})$; при вертикальном ее расположении $k_3 = 0,1741 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/(\text{с} \cdot \text{В})$.

Согласно полученным экспериментальным данным, количество перенесенного вещества под комбинированным воздействием теплового потока от нагревателя и тока электроосмоса во временном диапазоне 0-2 с можно выразить уравнением:

$$V_e = V_{em} + V_{e3} = k_m \cdot Q \cdot S_m \cdot \delta^{-(1-w)} \cdot \tau + k_3 \cdot U \cdot S_m \cdot \delta^{-w} \cdot \tau = (k_m \cdot Q \cdot \delta^{-(1-w)} + k_3 \cdot U \cdot \delta^{-w}) \cdot S_m \cdot \tau, \text{ м}^3. \quad (7)$$

Из уравнения (7) следует, что поток вещества J_e , возникающий под комбинированным воздействием теплового потока от нагревателя и тока электроосмоса, во временном диапазоне 0-2 с можно определить из уравнения:

$$J_e = \frac{V_e}{S_m \cdot \tau} = k_m \cdot Q \cdot \delta^{-(1-w)} + k_3 \cdot U \cdot \delta^{-w}, \text{ м/с} \quad (8)$$

Из уравнений (7) и (8) следует, что максимум потока вещества и количества перенесенного вещества в свином мясе под комбинированным воздействием теплового потока от нагревателя и тока электроосмоса достигается при времени воздействия 2 с. При двустороннем жарении мяса, соответственно, рациональной будет являться частота тока электроосмоса 0,5 Гц.

В результате проведенных исследований определены количественные параметры массопроводности под воздействием теплового потока от нагревателя и комбинированным воздействием теплового потока от нагревателя и тока электроосмоса; установлены закономерности возникновения потока вещества в свином мясе под воздействием теплового потока от нагревателя и комбинированном воздействии теплового потока и тока электроосмоса; обоснована рациональная частота тока электроосмоса – 0,5 Гц – при двустороннем жарении мяса в условиях электроосмоса.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Черевко, О.І. Енергетична ефективність апаратів для кондуктивного жарення м'яса [Текст] / О.І. Червко, В.О. Скрипник // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. - 2012. - № 1 (15). - С. 90-100.
- 2 Черевко, О.І. Ексергетичний аналіз процесу кондуктивного жарення м'яса в апаратах періодичної дії [Текст] / О.І. Черевко, В.О. Скрипник // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. - 2012. - № 2 (16). - С. 70-84.
- 3 Черевко, А.И. Возможные направления повышения энергоэффективности и ресурсосбережения процессов кондуктивного жарения мяса [Текст] / А.И. Черевко, В.А. Скрыпник // Техника и технология пищевых производств. - 2013. - № 2 (29). - С. 97-102.
- 4 Волков, В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы [Текст] / Волков В.А. - М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001. - 640 с.
- 5 (ISO 1442:1997, IDT) : ДСТУ ISO 1442:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту води (контрольний метод). - К.: Держспоживстандарт України, 2007. - 9 с.

REFERENCES

- 1 Cherevko, O.I. Energetic efficiency of devices for conductive frying of meat [Text] / O.I. Cherevko, V.O. Skrypnyk // Progressive technique and technology of food productions, restaurant economy and trade: collection of scientific papers. - 2012. - № 1 (15). - P. 90-100.
- 2 Cherevko, O.I. Exergetic analysis of the process of conductive frying of meat in periodic action apparatuses [Text] / O.I. Cherevko, V.O. Skrypnyk // Progressive technique and technology of food productions, restaurant economy and trade: collection of scientific papers. - 2012. - № 2 (16). - P. 70-84.
- 3 Cherevko, O.I. Possible directions of increase energy efficiency and resource saving processes of conductive frying of meat [Text] / O.I. Cherevko, V.O. Skrypnyk // Technique and technology of food productions. - 2013. - № 2 (29). - P. 97-102.
- 4 Volkov, V.A. Colloid chemistry. Surface phenomena and disperse systems [Text] / Volkov V.A. - M.: MGTU named after A.N. Kosygin, 2001. - 640 p.
- 5 (ISO 1442:1997, IDT) : State Standard of Ukraine ISO 1442:2005 Meat and meat products. Method for determination of moisture content (control method). - K.: Derzhspozhivstandart of Ukraine, 2007. - 9 p.

УДК 664.696.2

Профессор Л.В. Антипова, М.Е. Горбунков

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии продуктов животного происхождения, тел. (473) 255-37-51

Свойства коммерческого ферментного препарата Протепсин

В статье приведены данные по исследованию свойств отечественного ферментного препарата Протепсин, изучен его химический и фракционный состав, исследовано влияние физических факторов на его активность.

Data on research of properties of a domestic fermental preparation Protepsin are presented in article, his chemical and fractional composition is studied, influence of physical factors on its activity is investigated.

Ключевые слова: фермент, активность, биомодификация.

На современном рынке ферментных препаратов сформировались предложения для мясной промышленности. По ряду существенных причин отдается предпочтение отечественным препаратам, среди которых следует выделить относительно новый ферментный препарат животного происхождения Протепсин, производимый заводом эндокринных ферментов (п. Ржавки, Солнечногорский район, Московская область). Представляло интерес исследовать свойства препарата ввиду большой заинтересованности специалистов отрасли в реализации ферментных технологий для решения широкого спектра профессиональных задач.

Актуальность возрастает в связи с нестабильностью качества отечественного сырья, импортзависимостью, необходимостью использовать нетрадиционное сырье и сырьевые комбинации.

В соответствии с технологической документацией, препарат Протепсин представляет собой:

- порошок светло-серого цвета;
- стандартный препарат выпускается трех модификаций, отличительным признаком которых выбрана протеолитическая активность 50, 100, 150 ед/г (соответственно маркируется Протепсин 50, Протепсин 150);
- рабочая активность препарата проявляется при температурах 20-45 °С;
- оптимальная температура работы фермента в мясных системах 40 °С;
- полная инактивация ферментного комплекса происходит при 70 °С в течение 15 минут;

- рекомендуемая норма внесения препарата рассчитана на состояние системы с рН 4,5-6,0.

Исследование общего химического состава ферментного препарата, определенного по методам [1,2], показало, что выпускаемый препарат состоит преимущественно из белков и минеральных веществ.

Учитывая информацию производителей, представляло интерес сопоставить аминокислотный состав кислых протеиназ, входящих в состав пепсина животных, с Протепсином, получаемым из желудков птицы. Как видно из данных таблицы 1, препараты имеют отличия в количественном содержании аминокислот, которое было определено в соответствии с инструкцией к прибору ААА-881 (Чехия), что, вероятно отражается на свойствах. Так, например, в Протепсине достаточно высокое содержание аланина, а в пепсине животных он отсутствует. Общим для обоих препаратов является превалирование аспарагиновой и глутаминовой аминокислот, что и определяет «кислый» характер ферментов. В структуре также отмечено достаточно большое содержание лейцина, изолейцина и фенилаланина, характеризующих структурную и, следовательно, функциональную общность.

Т а б л и ц а 1

Химический состав ферментного препарата «Протепсин»

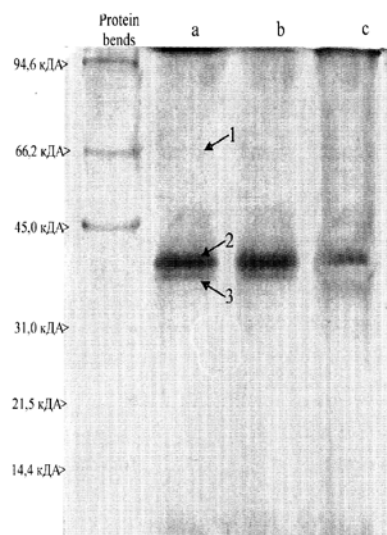
Наименование	Массовая доля, %			
	Влага	Белок	Жир	Зола
Протепсин	10,9	87,6	0,6	0,9

Т а б л и ц а 2

Аминокислотный состав ферментов

Аминокислоты	А _з г/100г белка	
	Пепсин животного происхождения	Протепсин
Аланин	-	3,0
Аргинин	1,0	0,9
Аспарагиновая кислота	16,0	17,2
Цистин	1,6	0,3
Глутаминовая кислота	11,9	10,2
Глицин	6,4	5,9
Гистидин	0,9	0,9
Изолейцин	10,8	7,4
Лейцин	10,4	8,9
Лизин	0,9	1,1
Метионин	1,7	1,4
Фенилаланин	6,4	7,1
Пролин	5,0	1,1
Серин	12,2	9,9
Треонин	9,6	8,9
Тирозин	8,5	5,4
Валин	7,1	5,8
Триптофан	2,4	1,5

Методом препаративного электрофореза [3] показано, что Протепсин представлен одной выраженной белковой полосой и минорными компонентами (рисунок 1). Молекулярная масса находится в области 40-42 кДа, что несколько отличается от животного пепсина.



Protein bends (molecular weight, kDa):
 94,6 – Cellulase;
 66,2 – BSA (Bovine Serum Albumin);
 45,0 – Ovalbumin;
 31,0 – Carbonic anhydrase;
 21,5 – Trypsin inhibitor;
 14,4 – Lysozyme.

Protein (molecular weight, kDa):
 a – Protapsin 1:1;
 b – Protapsin 1:10;
 c – Protapsin 1:100.

Рисунок 1 – Электрофореграмма ферментного препарата Протепсин

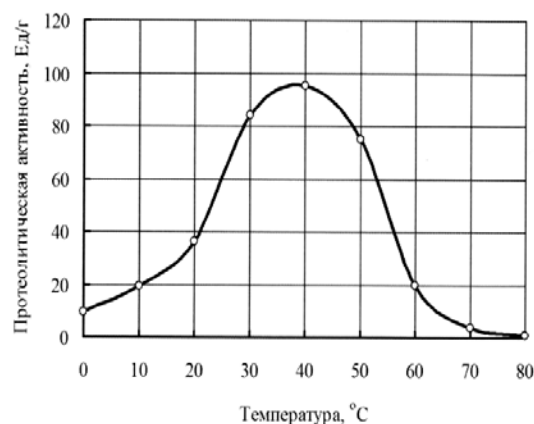


Рисунок 2 - Влияние температуры на протеолитическую активность ферментного препарата Протепсин

Определение протеолитической активности на стандартных субстратах [1] показало, что максимальная величина активности отмечалась при 40 °С, а при температуре 72 °С (температура варки) фермент полностью инактивируется за 5-6 минут (рисунки 2, 3).

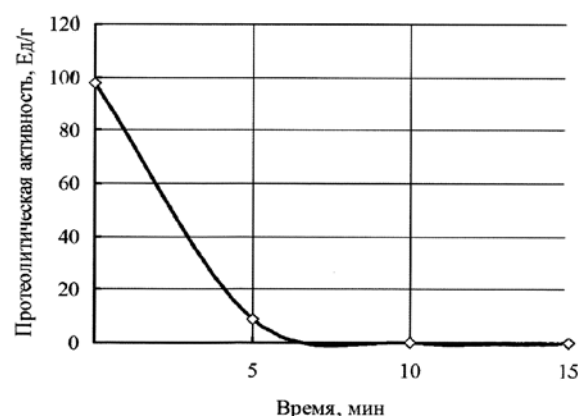


Рисунок 3 - Термостабильность ферментного препарата Протепсин при температуре 72 °С

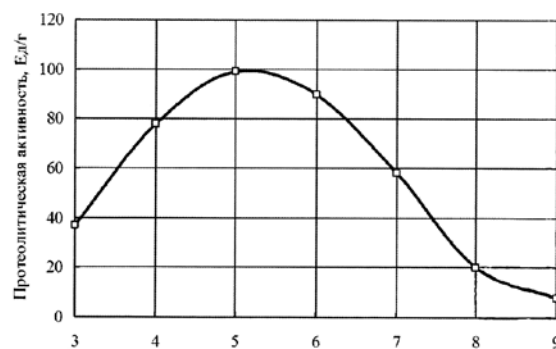


Рисунок 4 - Влияние pH на протеолитическую активность ферментного препарата Протепсин

В ходе экспериментальных исследований установлено, что Протеписин вполне пригоден для обработки мясного сырья на разных стадиях автолиза, так как его активность сохраняется от pH 3,0 до 7,0. При максимуме активности, при pH 5,0, препарат имеет термоустойчивость, удовлетворяющую основным параметрам технологических процессов производства мясных продуктов широкого ассортимента.

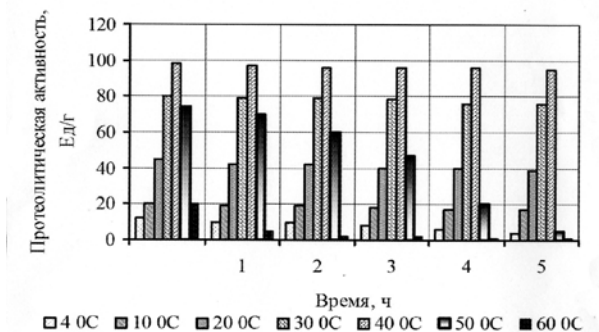


Рисунок 5 - Термоустойчивость ферментного препарата «Протеписин» при различных температурах

ЛИТЕРАТУРА

1 Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов [Текст]: учебник / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001 – 576 с.

2 Антипова, Л.В. Прикладная биотехнология [Текст] / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, А.И. Жаринов. – Воронеж: ВГТА, 2000. – 332 с.

3 Антипова, Л.В. Физические методы контроля сырья и продуктов мясной промышленности [Текст] / Л.В. Антипова, Н.Н. Безрядин, С.А. Титов, Б.Л. Агапов и др. - Воронеж, 2006. – 196 с.

REFERENCES

1 Antipova, L.V. Methods for studies meat and meat products [Text]: textbook / L.V. Antipova, I.A. Glotova, I.A. Rogov. – M.: Kolos, 2001 - 576 p.

2 Antipova, L.V. Applied biotechnology [Text] / L.V. Antipova, I.A. Glotova, A.I. Zharinov. - Voronezh: VSTA, 2000. – 332 p.

3 Antipova, L.V. Physical methods of control of raw materials and products of the meat industry [Text] / L.V. Antipova, N.N. Bezryadin, S.A. Titov, B.L. Agapov et al. - Voronezh, 2006. - 196 p.

УДК 664.95

Профессор В.С. Слободяник, доцент С.А. Сторублевцев

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии продуктов животного происхождения, тел. (473) 255-37-51

А.З. Черкесов

(Северо-Осетинский государственный университет, г. Владикавказ)

Использование молок веслоноса в технологии рыбных продуктов

Исследованы химический состав и функционально-технологические свойства мяса толстолобика и молок веслоноса американского. Разработана рецептура и адаптирована технология рыбного паштета с их использованием.

The chemical composition and functional and technological properties of meat of a silver carp and milts of a spoon-billed cat American were investigated. The compounding was developed and the technology of fish paste with their use was adapted.

Ключевые слова: веслонос американский карп, толстолобик, молоки, химический состав, функционально-технологические свойства.

Веслонос в природе достигает значительных размеров тела. Длина тела этой ценной промысловой пресноводной рыбы достигает 2 м, масса - 80 кг. Рыба имеет прогонистое тело, снабженное длинным (до 1/3 общей длины тела) рострумом (носовой частью), напоминающим весло, откуда и произошло ее название, и гетероцеркальный хвост. Спина у рыбы темно-серой окраски, брюшко светлое, рот невыемчатый, перед ртом - два усика длиной по 3-4 мм, у взрослых зубы отсутствуют, у молоди много мелких зубов (рисунок 1).



Рисунок 1 - Внешнее строение тела веслоноса

Эта рыба приспособлена к разным условиям обитания: от водоемов на субтропическом юге до водоемов, расположенных в резко континентальном климате в северных регионах. Веслоносы совершают миграции из рек в озера и обратно, а весной - вверх по течению реки [1].

Веслонос - новая для наших водоемов рыба, завезенная в нашу страну в 1974 г из США. Веслоноса можно выращивать в прудах как отдельно, так и совместно с растительноядными рыбами и буффало. Он обладает большой потенцией роста, которая зависит, в первую очередь, от обеспеченности пищей. Веслонос является единственным представителем осетрообразных, питающихся зоопланктоном, который составляет основу кормовой базы и продуктивности многих российских внутренних водоемов [1].

Рыбы хорошо переносят зимовку в водоемах, длительное время покрытых льдом. Это залог того, что его можно успешно выращивать во многих регионах нашей страны. Мясо веслоноса - вкусное, напоминает мясо белуги, а икра похожа на осетровую, что позволяет отнести его к ценным объектам рыбоводства [3]. Молоки веслоноса являются одним из недостаточно изученных и мало используемых в технологии рыбных продуктов видов сырья.

Поэтому целью настоящей работы была оценка сырьевого потенциала молок у веслоноса и разработка паштета рыбного на основе мяса прудовых рыб и молок веслоноса.

В эксперименте был изучен химический состав и функционально-технологические свойства мышечной ткани и молок веслоноса, мышечной ткани карпа и толстолобика, выловленных в водоеме рыбоводческого хозяйства Воронежской области. Общий химический состав мышечной ткани, фракционный состав

белка, переваримость белков пищеварительными ферментами и функционально-технологические свойства исследовали общепринятыми методами [2]. Уровень микроэлементов – меди, цинка, марганца и железа определяли атомно-абсорбционным методом.

С целью оценки сырьевого потенциала молок провели изучение массового состава внутренних органов исследуемых рыб. Установлено, что среди внутренних органов двухтрехлетних особей рыб массовая доля молок составила: у карпа $30,9 \pm 3,01$ %, у толстолобика $52,4 \pm 2,76$ %, у веслоноса $41,8 \pm 3,61$ %, что подтверждает высокий сырьевой потенциал этого вида разделки веслоноса (рисунок 2).



Рисунок 2 – Вскрытая полость тела веслоноса

Исследованиями установлено, что мышечная ткань веслоноса содержит $66,0 \pm 5,22$ % влаги, $21,2 \pm 2,47$ % белка, отличается высоким содержанием жира $10,6 \pm 0,68$ %, содержит $2,2 \pm 0,42$ % минеральных веществ. По сравнению с прудовой рыбой – карпом и толстолобиком, мясо веслоноса богаче белком и жиром, содержит меньше влаги, по количеству минеральных веществ мясо этих видов рыб достоверно не отличается. Химический состав обуславливает высокую энергетическую ценность мяса веслоноса по сравнению с наиболее распространенной прудовой рыбой – карпом и толстолобиком.

Результаты определения содержания микроэлементов в мясе веслоноса, полученные с использованием атомно-абсорбционной спектрофотометрии, показали, что по содержанию марганца веслонос превосходит прудовых рыб, а именно карпа и толстолобика: содержание этого микроэлемента составляет $0,176 \pm 0,037$ мг на кг свежей мышечной ткани мяса веслоноса против $0,037 \pm 0,015$ мг/кг и $0,042 \pm 0,010$ мг/кг мяса карпа и толстолобика соответственно, но уступает им по уровню меди, цинка и железа, и содержит $0,309 \pm 0,136$ мг/кг меди, $7,55 \pm 1,59$ мг/кг цинка и $3,08 \pm 1,17$ мг/кг железа.

Исследование функционально-технологических свойств мяса прудовых рыб и веслоноса не выявило достоверных отличий по этим показателям, хотя мясо веслоноса характеризовалось более высокими их значениями.

Таким образом, по сравнению с наиболее распространенными видами прудовой аквакультуры (карпом и толстолобиком), мышечная ткань веслоноса отличается более высоким уровнем белка, жира и марганца, но статистически достоверно не отличается по функционально-технологическим свойствам.

Результаты изучения фракционного состава белков мяса веслоноса, карпа и толстолобика представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Фракционный состав белков мышечной ткани веслоноса, карпа и толстолобика, %

Вид рыбы	Водорастворимые белки	Солерастворимые белки	Щелочерастворимые белки
Веслонос	$4,3 \pm 0,42$	$6,0 \pm 0,50$	$2,2 \pm 0,55^*$
Карп	$5,6 \pm 0,52$	$6,8 \pm 0,35$	$4,2 \pm 0,62$
Толстолобик	$6,2 \pm 0,43$	$6,8 \pm 0,45$	$4,4 \pm 0,26$

- $p \leq 0,05$ к показателю для карпа

Установлено, что мышечная ткань веслоноса содержит значительно меньше щелочерастворимых белков, представленных соединительнотканскими белками стромальных элементов. Этот показатель свидетельствует о менее развитой соединительной ткани и определяет нежность и мягкую консистенцию мяса веслоноса, характерную для осетровых.

Оценку степени гидролиза белков мяса рыб и молок веслоноса проводили по методу Покровского-Ертанова в системе пищеварительных ферментов пепсин-трипсин. Результаты определения скорости накопления продуктов гидролиза показали высокую переваримость мяса и молок веслоноса по сравнению с карпом и толстолобиком, особенно на стадии внесения трипсина.

Изучение химического состава молок веслоноса проводили в сравнении с молоками карпа. Установлено, что молоки веслоноса богаче жиром, чем молоки карпа (соответственно $19,5 \pm 2,59$ % для веслоноса и $12,4 \pm 1,03$ % для карпа), но содержат более низкий уровень влаги. Энергетическая ценность молок веслоноса составляет $276,33$ ккал на 100 г продукта, что обусловлено высоким содержанием в них жира. Оценка фракционного

состава белков молок веслоноса и карпа не выявила существенных различий. По содержанию микроэлементов в молоках веслонос превосходит карпа по содержанию цинка и меди, но уступает ему по уровню марганца и железа, хотя выявленные отличия оказались статистически недостоверными и могут рассматриваться как тенденциозные. Результаты изучения функционально-технологических свойств молок показывают, что молоки веслоноса отличаются более низкой водосвязывающей и водоудерживающей способностью, но более высокими значениями жиродерживающей и эмульгирующей способности.

С целью разработки рецептуры рыбного паштета на основе мяса толстолобика и молок веслоноса в качестве базового варианта использовали рецептуру рыбного паштета по ГОСТ 7457-2007, где в качестве основного сырья использован фарш мяса толстолобика.

Из пяти вариантов опытных образцов на основе анализа органолептических и функционально-технологических свойств была предложена рецептура, где 25 % фарша из толстолобика заменено на молоки веслоноса. За основу была выбрана традиционная технология производства рыбных паштетов, адаптация которой к производству нового продукта состояла во включении дополнительных этапов по подготовке молок.

Исследование химического состава готового продукта показало, что паштет с молоками веслоноса по сравнению с базовым вариантом содержит более высокий уровень жира и минеральных веществ, но более низкий уровень белка и влаги. Новый продукт обогащен по сравнению с базовым медью, цинком и марганцем за счет высокого содержания их в молоках.

Таким образом, учитывая высокую биологическую ценность рыбьего жира, а также дефицит этих микроэлементов в рационе современного человека, новый продукт можно отнести к продуктам функциональной направленности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Абросимова, Н.А. Проблемы современной индустриальной аквакультуры осетровых и пути ее решения [Текст] / Н.А. Абросимова // Сборник научных трудов АзНИИРХ. Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. – 2005. – С. 328-333.

2 Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов [Текст]: учеб-

ник/ Л.В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М.: Колос, 2004. – 571 с.

3 Виноградов, В. Американский веслонос в России [Текст] / В. Виноградов, Л. Ерохина, Е. Мельченков, В. Чертихин // Рыбное хозяйство. – 2005. – № 3. – С. 53-54.

4 Слободяник, В. С. Морфофункциональная характеристика тканей и органов нового объекта аквакультуры – веслоноса американского [Текст] / В.С. Слободяник, С.М. Сулейманов, А.С. Карнишина, Е.В. Колпоносова // Материалы международной научно-практической конференции «Российская аквакультура: состояние, потенциал в развитии АПК». – Воронеж: ВГУИТ, 2012. – С. 159-164.

5 Антипова, Л.В. Побочные продукты переработки рыбы как перспективные источники получения коллагенов и материалов на их основе [Текст] / Л.В. Антипова, С.А. Сторублевцев // Материалы Международной научно-технической конференции «Производство продуктов для здоровья человека как составная часть наук о жизни». – Воронеж: ВГУИТ, 2012. – С. 409-411.

REFERENCES

1 Abrosimova, N.A. Problems of modern industrial sturgeon aquaculture and its solutions [Text] / N.A. Abrosimova // Proceedings AzIRF. The main problems of fisheries and protection of fishery ponds Azov- Black Sea basin. - 2005 . - P. 328-333.

2 Antipova, L.V. Research methods of meat and meat products [Text]: textbook / L.V. Antipova, I.A. Glotova, I.A. Rogov. – M.: Kolos, 2004. – 571 p.

3 Vinogradov, V. American paddlefish in Russia [Text] / V. Vinogradov, L. Erokhina, E. Melchenkov, V. Chertihin // Fisheries. - 2005. - № 3. - P. 53-54.

4 Slobodjanik, V.S. Morphofunctional characteristics of tissues and organs of a new aquaculture facility - American paddlefish [Text] / V.S. Slobodjanik, S.M. Suleymanov, A.S. Karnishina, E.V. Kolponosova // Materials of the international scientific-practical conference "Russian aquaculture state potential in the development of agriculture". – Voronezh: VSUET, 2012. – P. 159-164.

5 Antipova, L.V. By-products from fish as promising sources produce collagen and related materials [Text] / L.V. Antipova, S.A. Storublevtsev // Proceedings of the International Scientific and Technical Conference "Production of human health as an integral part of the life sciences". – Voronezh: VSUET, 2012. – P. 409-411.

Доцент М.Е. Успенская, профессор Л.В. Антипова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии продуктов животного происхождения, тел. (473) 255-37-51

доцент З.Р. Ибрагимова, аспирант Р.Ю. Газданова

(ФГБОУ ВПО Северо-Осетинский государственный университет имени К. Хетагурова) кафедра экспертизы товаров, тел. (88672)546267

Антианемические продукты питания с использованием крови убойных животных

Совершенствование технологии производства зельцев в целях формирования заданных показателей и свойств для профилактики алиментарной анемии населения РФ за счет применения побочных продуктов переработки сельскохозяйственных животных – источников органического железа.

The article presents improvement of headcheese production technology in order to build brawn set parameters and properties for the prevention of nutritional anemia of the Russian population through the use of by-products of farm animals – organic iron sources.

Ключевые слова: анемия, органическое гемовое железо, кровь убойных животных, мясное сырье, зельц, печень свиная.

Состояние здоровья населения России диктует необходимость увеличения объемов производства продуктов питания функционального назначения. Однако темпы и объемы их производства значительно уступают большинству развитых стран (рисунок 1).

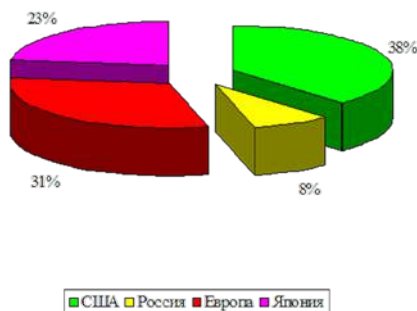


Рисунок 1 - Мировой рынок функциональных продуктов

Предметом особого беспокойства являются анемии, связанные с недостатком железа в рационах. По известным причинам интерес представляют источники органического железа, сосредоточенные в мясном сырье. Дефицит мясных продуктов, обусловленный недостаточным объемом производства и дороговизной, с одной стороны, нерациональное и неполное задействование побочных продуктов убоя животных – с другой, являются, по мнению многих специалистов, одной из главных причин развития анемий алиментарного характера.

Среди побочных продуктов, содержащих значительную долю органического железа, интерес представляет кровь убойных животных (таблица 1), в которой содержится в несколько раз больше гемового железа, чем в мясе различных видов, а усвояемость максимальна по сравнению с мясом и печенью, рекомендуемых в питании при низких значениях гемоглобина в крови человека.

Т а б л и ц а 1

Массовая доля железа и коэффициенты его усвояемости из различного мясного сырья

Мясное сырье	Массовая доля железа, %		Коэффициент усвояемости железа, %
	гемовое	негемовое	
Говядина	20,2	79,8	18
Свинина	15,3	84,7	16
Баранина	18,3	81,7	17
Печень	28,0	72,0	14
Кровь	69,3	30,7	31

Однако ассортимент продуктов питания с использованием крови на мясном рынке весьма скуден, что ставит задачу разработки новых видов продуктов высокого потребительского спроса. В европейских странах, особенно в Германии, широко распространены зельцы, они зарекомендовали себя хорошими органолептическими свойствами,

профилактическим и корректирующим действием на организм при анемиях. Однако в России эта ассортиментная группа не развита, отсутствуют оригинальные рецептуры с использованием крови убойных животных, не обоснован подбор сырьевых источников для производства полноценных продуктов средней ценовой линии.

Цель работы состояла в обосновании выбора, исследовании свойств сырьевых источников и оптимизации рецептурно-компонентных решений для производства зельцев, полезных при анемиях.

Одним из главных критериев к отбору сырья служит способность к студнеобразованию. В связи с этим были отобраны следующие компоненты: мясо свиных голов, жилки свиные, хрящи. Для создания сбалансированного белкового и общего химического фона предлагаются печень и языки, а также свиной жир. Анализ по данным литературы химического состава компонентов предполагаемой рецептуры показал возможность достижения цели при дополнительном введении сырой крови (свиной или говяжьей) убойных животных или форменных элементов.

Оптимизацию рецептур зельцев проводили с использованием программы оптимизации «Generic 2.0», разработанной сотрудниками ФГБОУ ВПО Кубанского государственного технологического университета, нацеленной на получение сбалансированной по аминокислотному составу мясной основы для производства зельцев. Полученные в результате оптимизации рецептурные композиции оптимизировались по гелеобразующей способности при введении форменных элементов для обогащения легкоусвояемыми формами органического железа. Показано, что желаемый результат достигался при 7-10 мас. %, вводимых вместо дорогостоящего основного сырья. На оригинальные рецептуры подана заявка на изобретения.

Разработанные рецептуры апробированы в опытно-лабораторных условиях по традиционной технологической схеме производства зельцев.

Анализ общего химического состава, определенного по традиционным методам, рекомендуемым нормативной документацией, показал (рисунок 2), что продукт имеет удовлетворительное соотношение белок: жир, содержит значительную долю зольных веществ.

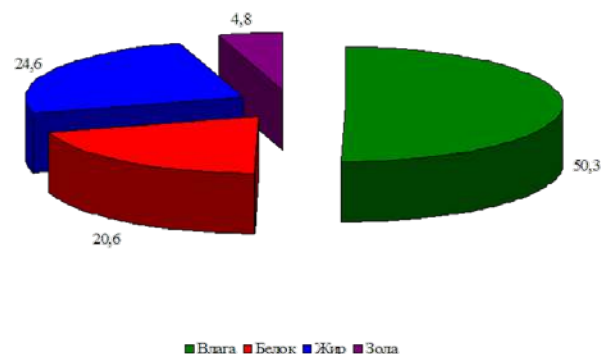


Рисунок 2 - Показатели химического состава продукта

Несмотря на то, что продукт содержит полный набор незаменимых аминокислот (таблица 2), к сбалансированному его отнести нельзя. Однако расчетная биологическая ценность (БЦ) составляет 74 %, что превышает большинство продуктов данного ассортиментного ряда.

Т а б л и ц а 2

Аминокислотный состав готового продукта

Наименование аминокислоты	Готовый продукт	
	г/100 г белка	СКОР
Валин	2,95	59,00
Изолейцин	2,49	62,00
Лейцин	4,10	59,00
Лизин	4,12	75,00
Метионин+Цистин	1,97	56,00
Треонин	2,30	58,00
Фенилаланин+Тирозин	4,03	57,00
Триптофан	0,63	63,00
СКОР _{min} , %	57,00	
БЦ, %	74,00	

Результаты определения количества витаминов группы В, макро- и микроэлементов [1,2], представленных в таблице 3, показывают, что готовый продукт, названный нами «Зельц красный», обогащен железом (21 мг) и может быть отнесен к функциональным, корректирующим алиментарно-зависимые анемии.

Таблица 3

Витаминно-минеральный состав готового продукта (содержание в 100 г)

Показатели	Зельц красный
1	2
Витамины, мг:	
А	1,64
В ₂ (рибофлавин)	0,56
В ₁ (тиамин)	0,31
РР (никотиновая кислота)	3,94

Продолжение табл. 3

1	2
Макроэлементы, мг	
Калий	250
Кальций	9
Магний	20
Натрий	244
Фосфор	190
Микроэлементы, мкг	
Железо	21000

Таким образом, рациональное и максимальное использование крови и ее фракций в составе зельцев позволит разнообразить ассортимент, создать линейку продуктов функционального значения, доступных всем социальным и физиологическим группам населения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов [Текст]: учебник / Л.В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. - М.: Колос, 2004. - 571 с.

2 Пешков, А.С. Разработка способов коррекции цвета колбасных изделий из сырья с пониженным содержанием пигментов [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / А.С. Пешков. - Воронеж: ВГТА, 2005 - 186 с.

REFERENCES

1 Antipova, L.V. Research methods of meat and meat products [Text]: textbook / L.V. Antipova, I.A. Glotova, I.A. Rogov. - M.: Kolos, 2004. - 571 p.

2 Peshkov, A.S. Development of methods for color correction of raw sausages with low pigment content [Text]: dis. ... PhD / A.S. Peshkov. - Voronezh: VGTA, 2005. - 186 p.

УДК 664:547.979.8

Профессор В.М. Болотов, доцент Е.В. Комарова,
доцент П.Н. Саввин, доцент В.В. Хрипушин
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, тел. (473) 249-92-37

Изучение цветометрических характеристик воды с использованием метода компьютерной цветометрии

Работа посвящена актуальной теме – изучению воды как многокомпонентной системы, которая может содержать большое количество органических и неорганических примесей, в том числе потенциально опасных для человека. Одним из параметров, позволяющим контролировать качество воды является цветность, которая может быть обусловлена наличием природных соединений (например, солей гуминовых кислот) или окрашенных веществ, попавших в нее в результате техногенного загрязнения. Разработанная методика позволяет получать более точные значения цветности воды, чем при визуальном определении; устраняет субъективность, характерную для визуального метода определения.

The work is devoted to an important subject - the study of water as a multi-component system, which may contain a large number of organic and inorganic contaminants, including potentially dangerous to humans. One of the parameters for checking the quality of the water is the color of which can be attributed to the presence of natural compounds (eg, salts of humic acids) or colored substances introduced into it as a result of industrial pollution. The developed method allows to obtain more accurate values of the color of water than by visual determination, removes subjectivity that characterizes the visual method.

Ключевые слова: органические соединения, метрологические характеристики, цветность воды, цифровая цветометрия

Природная вода представляет собой сложную многокомпонентную систему, которая может содержать большое количество органических и неорганических примесей, в том числе потенциально опасных для человека. Одним из параметров, позволяющим контролировать качество воды, является цветность. Цветность воды может быть обусловлена наличием природных соединений (например, солей гуминовых кислот) или окрашенных веществ, попавших в нее в результате техногенного загрязнения.

В настоящее время для оценки цветности воды используют визуальное определение на основе сопоставления с различными шкалами: платиново-кобальтовой или бихромато-кобальтовой [1]. Реже применяют фотоколориметрический метод анализа [2].

Целью работы являлось изучение возможности использования цифровых технологий для количественного определения цветности воды. Компьютерная цветометрия позволяет

повысить объективность анализа, сохранять результаты измерений в электронных базах данных и является относительно экспрессным и экономичным методом контроля [3-4].

В наших исследованиях использована трёхкомпонентная цветовая схема RGB. Математическое описание цвета в этой схеме основано на том, что любой цвет есть сумма определенных количеств трех линейно независимых цветов - красного (R), зеленого (G) и синего (B), т.е. три монохроматических излучения с длинами волн 700, 546.1 и 435.8 нм соответственно [3]. Белый цвет оценивается как $CW = (255, 255, 255)$, красный цвет – $CR = (255, 0, 0)$, зелёный – $CG = (0, 255, 0)$, синий – $CB = (0, 0, 255)$, жёлтый цвет – $CY = (255, 255, 0)$.

Для обработки изображений возможно применение различных профессиональных компьютерных программ: графических редакторов (Adobe Photoshop, Photo-paint и др.), компьютерных денситометров (входят в состав программного обеспечения специализированных приборов); универсальных математических пакетов с возможностью работы с цифро-

вым изображением на уровне пикселей (MatLab, MathCAD). Для обработки цифровых изображений и градуировки аналитического сигнала в данной работе использованы утилиты, созданные в среде пакета MathCAD [3].

Определение цветности воды проводили по бихромат-кобальтовой шкале. Для этого готовили серию стандартных растворов. В 40 мл дистиллированной воды растворяли 0,0875 г $K_2Cr_2O_7$ и 2,0 г $CoSO_4 \cdot 7H_2O$. Растворы смешивали, прибавляли 1 мл HCl (относительная плотность $d=1,84$), объем доводили дистиллированной водой до 1 л.

Для приготовления рабочих растворов смешивали основной раствор с раствором, содержащим 1 мл HCl ($d=1,84$) в 1 л, доводя общий объем раствора до 100 мл. Объем 1 мл основного раствора соответствовал 5 градусам. Например, для приготовления раствора, имеющего цветность 20 градусов, следует смешать 4 мл основного раствора с 96 мл раствора серной кислоты. Рабочий диапазон для определения цветности воды составлял от 5 до 80°. Цветность дистиллированной воды приняли равной нулю. Растворами заполняли оптические кюветы с $l=50$ мм и сканировали изображение. Для этого заполненную кювету устанавливали в специальную насадку (рисунок 1), состоящую из светонепроницаемого корпуса и системы зеркал с внешним светоотражающим покрытием, позволяющей изменять направление освещения от слайд-адаптера через кювету с образцом к оптическому сенсору планшетного сканера. Условия сканирования: сканер HewlettPackardScanjet3570 C со слайд-адаптером, цветовой режим TrueColor, шкала цветности RGB, оптическое разрешение сканирования 200 dpi.

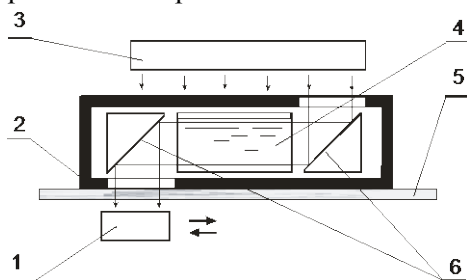


Рисунок 1 - Конструкция приставки для планшетного сканера: 1 – движущийся сенсор сканера; 2 – корпус; 3 – осветитель слайд-адаптера; 4 – кювета с анализируемым раствором; 5 – стекло планшетного сканера; 6 – оборачивающие зеркала

Полученные графические файлы в формате JPG с изображением образца вводили в программу MathCAD, выделяли с помощью компьютерной мыши участок анализируемого изображения 1 см^2 . Программа автоматически рассчитывала усредненные значения яркости

каждого из трех каналов RGB в диапазоне 0-255 условных единиц.

В программе предусмотрен режим градуировки, который позволяет по данным цифровых изображений строить градуировочные зависимости яркостей каналов R, G и B от цветности воды, выраженной в градусах бихромат-кобальтовой шкалы. На основе данных градуировки программа рассчитывает цветность воды в градусах по величинам яркостей каналов $F(R,G,B)$.

Для определения цветности воды с помощью фотоколориметра, измеряли оптическую плотность серии стандартных растворов и образцов воды при $\lambda=345$ нм в оптических кюветах с $l=50$ мм.

На рисунке 2 даны зависимости интенсивности компонент R, G и B от градусов цветности стандартных растворов, из которых следует, что только компонента B пригодна для построения градуировочных графиков в широком интервале градусов цветности, при этом можно выделить два диапазона линейности $F=f(X)$, где X – градус цветности. Это диапазоны $X=0-60$ и $X=50-80$. Для компоненты R линейный диапазон узок и лежит в области $X=0-20$, величина G слабо колеблется во всем интервале $X=0-80$.

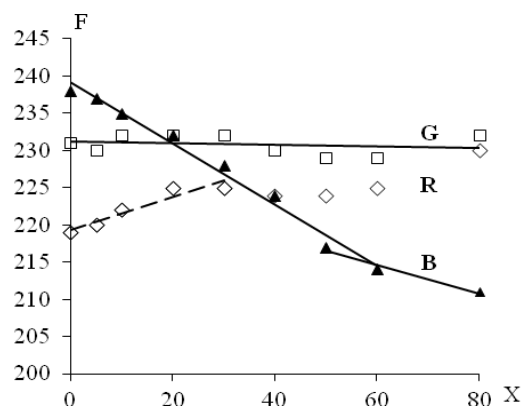


Рисунок 2 - Зависимости интенсивности компонент R, G и B от градусов цветности воды X

На рисунке 3 представлен градуировочный график зависимости оптической плотности D при длине волны $\lambda=345$ нм от градусов цветности воды.

Получены следующие градуировочные зависимости интенсивности синей компоненты B: уравнение (1) в диапазоне от 0 до 60 градусов цветности воды, уравнение (2) в диапазоне от 60 до 80 градусов. Для этих зависимостей характерны высокие степени аппроксимации ($R^2=0.96 - 0.98$). Для компоненты цветности R в диапазоне от 0 до 20 градусов цвет-

ности получена следующая зависимость – уравнение (3). В уравнении 4 представлена градуировочная зависимость оптической плотности от цветности воды:

$$F = -(0.41 \pm 0.02)X + (239.22 \pm 0.68); R^2 = 0.98 \quad (1)$$

$$F = -(0.19 \pm 0.04)X + (226.21 \pm 2.40); R^2 = 0.96 \quad (2)$$

$$F = (0.31 \pm 0.02)X + (218.80 \pm 0.23); R^2 = 0.99 \quad (3)$$

$$D = (0.0037 \pm 0.0003)X; R^2 = 0.97 \quad (4)$$

Таким образом, точность измерения цветности воды методом цифровой цветометрии сопоставима с точностью фотоколориметрического метода.

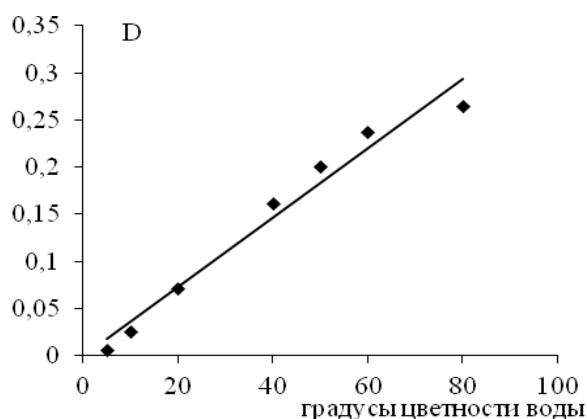


Рисунок 3 - Градуировочный график зависимости оптической плотности от цветности воды, выраженной в градусах бихромато-кобальтовой шкалы

По ГОСТу 3351-74 и СанПиН 2.1.4.559-96 на питьевую воду цветность воды не должна превышать 20 градусов. Таким образом, по цветности пробы водопроводной воды, взятой в промышленных районах г. Воронежа, зачастую не удовлетворяют требованиям нормативной документации. Нами определена цветность нескольких проб воды и из природных источников (таблица 1). Из этой таблицы следует, что качество воды по цветности в популярных среди населения родниках близко к качеству дистиллированной воды.

Т а б л и ц а 1

Цветность воды из природных источников

№	Место отбора проб	Цветность воды в градусах	
		ПС НР	ФК
1	родник близ санатория им. Горького, г. Воронеж	1.1	0.8
2	колодец, Воронежская область, г. Россошь	12.9	6.2
3	р. Чамлык, Липецкая область	10.3	5.4
4	р. Битюг, Липецкая область	35.2	31.1
5	родник, Липецкая область, Добринский район, с. Верхний Чамлык	0.2	0.3
6	родник, Липецкая область, с. Поддубовка	14.7	8.4

Разработанная методика позволяет получать более точные значения цветности воды, чем при визуальном определении; устраняет субъективность, характерную для визуального метода определения. Метрологические характеристики цветометрической методики сопоставимы с характеристиками фотоколориметрического определения. В то же время, сравнительно низкая стоимость аппаратуры, простота выполнения анализа делает перспективным этот метод контроля качества и безопасности воды.

ЛИТЕРАТУРА

1 Таубе, П.Р. Практикум по химии воды [Текст] / П.Р. Таубе, А.Г. Баранова. – М.: Высшая школа, 2001. – 280 с.

2 Фомин, Г.С. Вода. Контроль химической, бактериологической и радиационной безопасности по международным стандартам. [Текст] / Г.С. Фомин. – М.: Изд-во «Протектор», 2000. – 848 с.

3 Хрипушин, В.В. Определение цветности растительных масел с применением цифровой фотографии [Текст] / В.В. Хрипушин, О.В. Байдичева, Л.В. Рудакова, О.Б. Рудаков // Масло-жировая промышленность. – 2007. - №2. – С. 15-16.

4 Иванов, В.М. Химическая цветометрия: возможности метода, области применения и перспективы [Текст] / В.М. Иванов, О.В. Кузнецова // Успехи химии. – 2001. - №5. – С. 18-20.

REFERENCES

1 Taube, P.R. Workshop on water chemistry [Text] / P.R. Taube, A.G. Baranova. – M.: Vysshaya shkola, 2001. – 280 p.

2 Fomin, G.S. Water. Control of chemical, bacteriological and radiological safety to international standards [Text] / G.S. Fomin. – M.: Publishing House "Protector", 2000. – 848 p.

3 Hripushin, V.V. Determining the color of vegetable oils using digital photography [Text] / V.V. Hripushin, O.V. Baydicheva, L.V. Rudacova, O.B. Rudakov // Fat industry. – 2007. - № 2. - P. 15-16

4 Ivanov, V.M. Chemical colorimetry: opportunities method, scope and prospects [Text] / V. M. Ivanov, O.V. Kuznetsova // Progress of chemistry. – 2001. - № 5. - P. 18-20.

Аспирант С.В. Жданова, профессор С.С. Никулин

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, тел. (473) 249-60-24

Н.С. Никулина

(Воронежский институт ГПС МЧС России) кафедра пожарной безопасности технологических процессов

Влияние дозировки сополимеров на основе N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлорида на молекулярную массу каучуков в выделяемых фракциях

В работе рассмотрено влияние расхода сополимеров на основе N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлорида на молекулярную массу выделяемых каучуковых фракций и показано, что она мало зависит от расхода коагулирующих агентов.

The influence of flow of copolymers based on N, N-dimethyl-N, N-diallilammony chloride on the molecular weight of allocated rubber fractions is considered in the article. The article demonstrates that the molecular weight is only slightly dependent on the flow of coagulating agents.

Ключевые слова: сополимеры четвертичных солей аммония, коагуляция, расход коагулирующих агентов, молекулярная масса.

Изготовление каучуков, получаемых эмульсионной полимеризацией, в настоящее время продолжает совершенствоваться. Внедряются новые эмульгаторы, радикальные инициаторы, технологии. Важным достоинством данного технологического процесса является отсутствие пожаро- и взрывоопасных органических растворителей. Важно при этом отметить и то, что процесс полимеризации сопровождается низким тепловыделением на единицу объема реакционной массы. Это улучшает условия теплосъема и способствует увеличению текучести получаемого латекса, что в свою очередь создает хорошие условия для управления процессом и получения каучука с требуемым комплексом свойств [1]. Полимеризация в эмульсии чрезвычайно сложный процесс, механизм и закономерности которого определяются совокупностью многих факторов и до настоящего времени полностью не установлены. На протекание данного процесса влияние оказывают природа мономеров, концентрация эмульгатора, инициатора, температура, рН среды и т.д. От этих факторов зависят зарождения частиц, место протекания элементарных реакций и кинетические закономерности процесса. В связи с этим отсутствует единая теории эмульсионной полимеризации, описывающая все многообразные случаи различного сочетания перечисленных выше факторов.

Образующиеся при эмульсионной полимеризации латексные частицы полидисперсны [1]. То есть они содержат в своем составе макромолекулы, обладающие различными значениями молекулярных масс. В одних латексных частицах доминирует присутствие преимущественно макромолекул с невысокими значениями средних молекулярных масс, а в других - с более высокими. Исходя из этого, можно предположить, что процесс коагуляции (флокуляции) данных латексных частиц будет протекать по-разному, то есть их агрегативная устойчивость должна быть различной. Расход коагулирующих агентов для агломерации латексных частиц будет определяться доминирующим содержанием в латексных глобулах макромолекул с высоким или низким значением молекулярных масс.

Молекулярная масса полимера и его молекулярно-массовое распределение (ММР) являются одними из важнейших показателей, характеризующих свойства полимерных материалов [2]. В представленных исследованиях проведена оценка молекулярной массы бутадиенстирольного каучука, содержащегося в выделяемых фракциях, полученных при различных расходах коагулирующего агента. Выделение каучука из латекса проводили в присутствии следующих коагулирующих агентов: сополимеры N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлорида с малеиновой кислотой (ЧАСМК), аллиловым спиртом (ЧАСАС) и акриламидом (ЧАСАА) при их раз-

личных расходах. Рассмотрение данного вопроса имеет важное научное и практическое значение. Анализ литературных данных указал на отсутствие сведений по данному вопросу как в России, так и за рубежом.

Развитие и совершенствование современных технологий синтеза полимеров приводит к появлению новых проблем, изучение которых необходимо для дальнейшего совершенствования действующего производства [3]. В частности, к ним относятся влияние удельного расхода коагулирующего агента на молекулярную массу полимера в выделяемых каучуковых фракциях.

Цель работы – изучение влияния дозировки сополимеров на основе четвертичных солей аммония на молекулярную массу каучуков, содержащихся в выделяемых фракциях.

Процесс коагуляции промышленного латекса проводили согласно методике, описанной в работе [4]. В емкость, помещенную в термостат, загружали латекс бутадиен-стирольного каучука СКС-30 АРК (сухой остаток 19,4 % мас.), термостатировали при температуре 60 °С в течение 10-15 минут и совмещали при постоянном перемешивании с определенными количествами водных растворов катионных электролитов. В качестве коагулянтов использованы водные растворы ЧАСМК (сухой остаток 1,7 % мас.), ЧАСАС (сухой остаток 2,1 % мас.) и ЧАСАА (сухой остаток 1,8 % мас.).

После введения коагулянта смесь перемешивали в течение одной минуты, после чего вводили подкисляющий агент (~ 2,0 % мас. водный раствор серной кислоты) в расчете ~ 12 кг/т каучука. Образовавшуюся крошку каучука отделяли от серума, промывали водой и сушили при ~ 80 °С.

Среднюю молекулярную массу полимера определяли вискозиметрическим методом.

Результаты экспериментальных данных, приведенные в таблице 1, показывают, что полнота выделения каучука из латекса достигается в случае применения ЧАСМК при расходе ~ 2,0, ЧАСАА – ~ 3,0, а ЧАСАС – ~ 6,0 кг/т каучука.

Т а б л и ц а 1

Влияние расхода ЧАСМК, ЧАСАА, ЧАСАС на полноту выделения каучука из латекса СКС-30 АРК

Расход ЧАСМК / ЧАСАА / ЧАСАС, кг/т каучука	<u>0,5</u> <u>0,5</u> 1,0	<u>1,0</u> <u>1,0</u> 2,0	<u>1,5</u> <u>2,0</u> 3,0	<u>2,0</u> <u>2,5</u> 5,0	- <u>3,0</u> 6,0
Выход крошки каучука, %	<u>67,1</u> <u>50,0</u> 20,3	<u>88,6</u> <u>70,5</u> 34,5	<u>92,7</u> <u>88,6</u> 55,6	<u>97,7</u> <u>89,5</u> 81,8	- <u>93,2</u> 94,2

Примечание: температура коагуляции 60 °С

Оценка молекулярной массы каучука в выделяемых фракциях показала (таблица 2), что она мало зависит от расхода коагулирующих агентов. Отклонения в значениях средних молекулярных масс находятся в пределах ошибки опыта и не превышает 10 % мас. Однако при этом можно отметить тенденцию к небольшому её возрастанию с увеличением расхода коагулирующих агентов. Следовательно, в коагуляционном процессе равнозначно принимают участие все латексные глобулы, независимо от присутствия в них макромолекул каучука с различными значениями молекулярных масс.

Т а б л и ц а 2

Влияние расхода ЧАСМК / ЧАСАА / ЧАСАС на молекулярную массу каучука в выделяемых фракциях

Молекулярная масса каучука в выделяемых фракциях каучука	Расход ЧАСМК / ЧАСАА / ЧАСАС, кг/т каучук			
	<u>0,5</u> <u>0,5</u> 1,0	<u>1,0</u> <u>1,0</u> 3,0	<u>1,5</u> <u>2,0</u> 5,0	<u>2,0</u> <u>3,0</u> 6,0
	<u>144000</u> <u>133000</u> 141000	<u>145500</u> <u>137000</u> 145000	<u>147009</u> <u>138500</u> 146000	<u>147700</u> <u>137000</u> 145000

В ионизированном состоянии полимерные соли аммония взаимодействуют с анионоактивными поверхностно-активными веществами (ПАВ), выполняющими роль эмульгаторов латекса с образованием нерастворимых комплексов [5]. Это приводит к нарушению агрегативной устойчивости латекса как по нейтрализационному механизму, так и за счет проявления мостикобразования между частицами.

Таким образом, показано, что при проведении коагуляции латекса СКС-30 АРК сополимерами на основе N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлорида расход не оказывает существенного влияния на молекулярную массу каучуков в выделяемых фракциях.

ЛИТЕРАТУРА

1 Аверко-Антонович, Л.А. Химия и технология синтетического каучука [Текст] / Л.А. Аверко-Антонович, Ю.О. Аверко-Антонович, И.М. Давлетбаева. – М.: Химия, КолоСС, 2008.

2 Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения [Текст] / Ю.Д. Семчиков. – М.: Академия, 2003.

3 Распопов, И.В. Совершенствование оборудования и технологии выделения бутадиен-(α -метил) стирольных каучуков из латексов [Текст] / И.В. Распопов, С.С.Никулин, А.П. Гаршин, А.А. Рыльков и др. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1997.

4 Пояркова, Т.Н. Практикум по коллоидной химии латексов [Текст] / Т.Н. Пояркова, С.С. Никулин, И.Н. Пугачева, Г.В. Кудрина и др. – М.: Изд. дом «Академия Естествознания», 2011.

5 Вережников, В.Н. Выделение эмульсионного полибутадиена из латекса полиэлектролитом ВПК-402 [Текст] / В.Н. Вережников, С.С. Никулин, Т.Н. Пояркова, В.А. Данковцев // ЖПХ. - 2000. - Т. 73. - Вып. 5. - С. 565-569.

2 Semchikov, Yu.D. High molecular weight compounds [Text] / Yu.D. Semchikov. – M.: Academia, 2003.

3. Raspopov, I.V. Improved equipment and technology selection butadiene-(α -methyl) styrene rubber from latex [Text] / I.V. Raspopov, S.S. Nikulin, A.P. Garschin, A.A. Rylkov et al. - M.: TsNIITEneftehim, 1997.

4 Poyarkova, T.N. Workshop on latex colloid chemistry [Text] / T.N. Poyarkova, S.S. Nikulin, I.N. Pugacheva et al. - M.: Ed. house "Academia Estestvoznaniya, 2011.

5 Verezhnikov, V.N. Isolation of polybutadiene latex emulsion polyelectrolyte MIC-402 [Text] / V.N. Verezhnikov, S.S. Nikulin, T.N. Poyarkova // Journal of Applied Chemistry. - 2000. – V. 73. - № 5. - P. 565-569.

REFERENCES

1 Averko-Antonovich, L.A. Chemistry and technology of synthetic rubber [Text] / L.A. Averko-Antonovich, Yu.O. Averko-Antonovich, I.M. Davletbaeva. - M.: Himiya, ColoSS, 2008.

Аспирант Н.А. Шабунина, докторант В.Д. Ворончихин
(Сибирский гос. технолог. ун-т) кафедра химической технологии пластмасс и эластомеров,
тел (391) 227-46-77

профессор Ю.Ф. Шутилин, зав. кафедрой О.В. Карманова
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра химии и химической технологии органических
соединений и переработки полимеров, тел. (473) 249-92-37

Применение функциональных олигодиенов для модификации композиций на основе 1,4-цис-изопренового каучука СКИ-5

Исследовано применение жидких олигодиенов в составе полимерных композиций на основе 1,4-цис-полиизопренового каучука СКИ-5. Установлена степень влияния количества вводимого олигомера и его функциональности на реологические и упруго-прочностные свойства эластомерных композиций. Определен характер диспергирующего действия функциональных и нефункциональных олигодиенов.

Application liquid oligodienes as a part of polymeric compositions on the basis of 1,4-cis-polyisoprene SKI-5 rubber is investigated. Extent of influence of quantity of an entered oligomer and his functionality on rheological and elastic and strength properties of elastomeric compositions is established. Nature of dispersing action functional and nonfunctional oligodienes is defined.

Ключевые слова: 1,4-цис-полиизопреновый каучук, функциональные олигодиены, модификация.

Современный уровень требований, предъявляемых к изделиям на основе полимерных материалов, основан на их длительной эксплуатационной выносливости и малом воздействии на окружающую среду. Разработанные типы безгелевых стереорегулярных каучуков наилучшим образом сочетают в себе экологическую безопасность и значительный ресурс работоспособности в условиях динамического и статического нагружения. [1]

Одним из таких полимеров является 1,4-цис-полиизопрен СКИ-5. Синтез полимера осуществляется полимеризацией изопрена в растворе изопентана с использованием каталитического комплекса на основе хлорида неодима и триизобутилалюминия. Вулканизаты на основе каучука СКИ-5 обладают высокими прочностными показателями, обеспечивают низкое теплообразование и длительный ресурс эксплуатации при знакопеременном режиме нагружения в шинах [2, 3].

В то же время при изготовлении резиновых смесей карбоцепные каучуки подвергаются механодеструкции, что негативно влияет на свойства композиционных материалов. Наличие маловязкой фазы в эластомерной матрице снижает эффект механодеструкции при высокоскоростной обработке [4].

Учитывая опыт использования в составе эластомерных материалов олигомерных добавок [5-7], было исследовано влияние жидких олигодиенов на свойства композиций на основе 1,4-цис-полиизопренового каучука СКИ-5.

Используемые в работе олигодиены (таблица 1), имея различия в молекулярных параметрах, отличаются друг от друга типом, содержанием и характером распределения функциональных групп.

Использование производных алифатических азодинитрилов при радикальной полимеризации позволяет получать олигомеры с концевыми гидроксильными (СКД-ГТРА) и карбоксильными (СКД-КТР) группами, либо нефункциональные (СКД-0) олигодиены. [8]

Применение метода карбоксидирования [9] обеспечивает получение олигомеров со статистически распределенными карбонильными группами. Проводимые ранее исследования [6] показали, что наиболее эффективным модификатором реологических и упруго-прочностных свойств эластомерных композиций является олигодиен с содержанием карбонильных групп 9 мас. %.

Характеристика исследуемых олигомеров

Показатели	Тип функционального олигодиена			
	СКД-0	СКД-ГТРА	СКД-КТР	СКД-9
Динамическая вязкость при 25 °С, Па·с	2,4	7,5	22	32
Среднечисловая молекулярная масса M_n	3000	1700	1100	2600
Массовая доля кислородсодержащих групп, %	-	1,6	3,0	9,2
РТФ, % (мол):				
-нефункциональные молекулы	100	—	—	—
-монофункциональные молекулы	—	10-20	2-5	—
-бифункциональные молекулы	—	60-80	91-95	—
-трифункциональные молекулы и более	—	10-30	2-3	100

ливости при многократном растяжении

Изготовление опытных полимерных композиций осуществлялось на валковом смесителе ЛБ 320 $\frac{160}{160}$ Л по режиму, изложенному в

ИСО 2303, с последующей вулканизацией на вулканизационном гидравлическом прессе.

Модифицирующая (олигомерная) добавка вводилась взамен каучука СКИ-5. Соотношение высоко- и низкомолекулярного каучуков составляло 95:5 и 90:10 (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Условное обозначение полимерных композиций

Тип полимерной компоненты	Условное обозначение полимерных композиций				
	1	2	3	4	5
СКИ-5	+	+	+	+	+
СКД-0	—	+	—	—	—
СКД-9	—	—	+	—	—
СКД-ГТРА	—	—	—	+	—
СКД-КТР	—	—	—	—	+

Вулканизация осуществлялась серной вулканизирующей системой с сульфенамидным ускорителем. При изготовлении наполненных композиций использовался технический углерод N 330 (35 м.ч.).

Изучение реологических свойств эластомерных композиций проводилось на вибрационном реометре РВС-5 (угол деформации 3°, температура 143 °С) согласно ГОСТ 12535-84.

Удельное объемное электрическое сопротивление определялось с применением круглых электродов при постоянном напряжении (ГОСТ 6433.2-71).

Свойства вулканизатов оценивались по уровню упруго-прочностных характеристик (ГОСТ 270-75) и усталостной вынос-

(ГОСТ 261-79, амплитуда деформации 250 цикл/мин, деформация 100 %).

В работах [5-7] отмечено наличие пластифицирующего действия у низкомолекулярных каучуков. Основное их преимущество перед пластификаторами нефтяного происхождения – высокая совместимость с полимерной матрицей, сочетаемая с отсутствием канцерогенных соединений.

Проводимые исследования были направлены на изучение структурообразования в композициях при замене части высокомолекулярного каучука на низкомолекулярный как в наполненных, так и в ненаполненных системах.

Диспергирующее и пластифицирующее действие жидких каучуков определяется их пониженной молекулярной массой, типом и содержанием функциональных групп.

Введение в полимерную матрицу пластификаторов приводит к увеличению свободного объема в системе и, как следствие, понижает вязкость смеси. Установлено, что применение олигодиенов в качестве пластифицирующей добавки в ненаполненной композиции на основе каучука СКИ-5 обеспечивает понижение вязкости на 17 % (рисунок 1а).

Дальнейшее увеличение доли олигомерной фазы в эластомерной матрице значительно понижает вязкость системы – на 30 % (рисунок 1б). Установленное увеличение вязкости наполненных резиновых смесей (рисунок 1) вероятно обусловлено ускорением релаксационных процессов между узлами флуктуационной сетки зацеплений в матрице СКИ-3. Это происходит вследствие образования релаксационно однородной системы и более равномерного нагружения всей флуктуационной сетки.

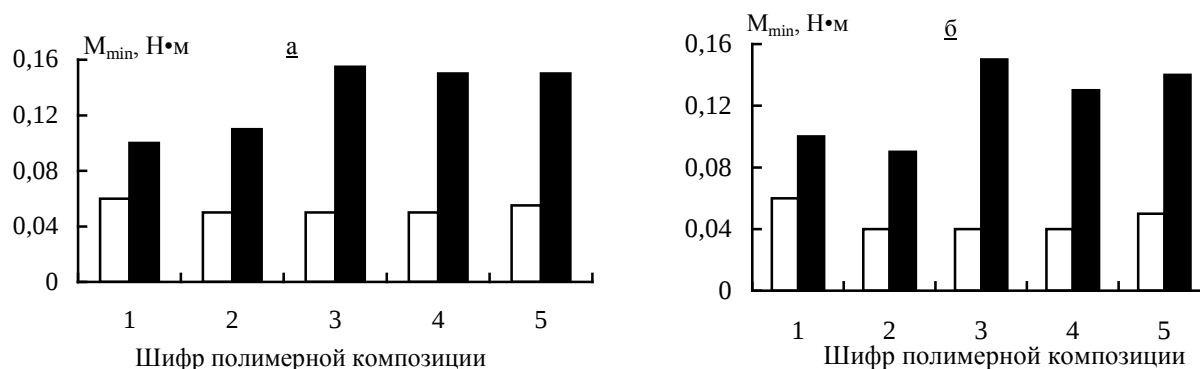


Рисунок 1 – Влияние типа полимерной основы на минимальный крутящий момент незаполненных (□) и заполненных (■) композиций, при соотношении СКИ-5:олигодиен 95:5 (а) и 90:10 (б), где 1 – СКИ-5, 2 – СКИ-5+СКД-0, 3 – СКИ-5+СКД-9, 4 – СКИ-5+СКД-ГТРА, 5 – СКИ-5+СКД-КТР

В микрогетерофазной эластомерной композиции (матрица-высокомолекулярный каучук; фаза-олигомер) дисперсные наполнители внедряются первоначально в маловязкую фазу. Последующее их распределение по объему композиции определяется не только уровнем сдвиговых деформаций при механическом воздействии, но и поверхностно-активными свойствами материала фазы, обеспечивающей диспергирование наполнителя.

Эффективность действия олигодиенов в качестве диспергаторов технического углерода наиболее заметна в композициях, содержащих 5 м.ч. олигодиена (рисунок 2). При этом нефункциональный олигодиен СКД-0 обеспечивает более высокую степень гомогенизации композиции в сравнении с функциональными олигодиенами.

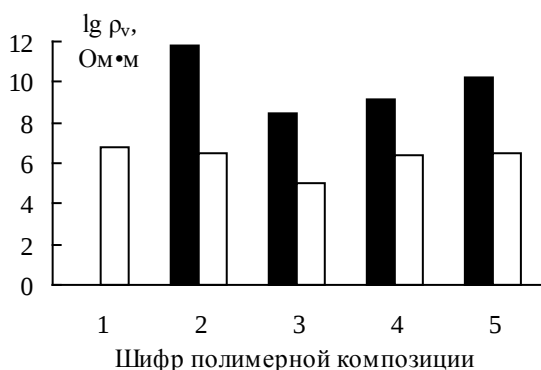


Рисунок 2 – Влияние типа полимерной основы на удельное объемное электросопротивление резиновых смесей при соотношении СКИ-5:олигомер 95:5 (■) и 90:10 (□).

При сравнении функциональных олигодиенов отмечено, что диспергирующее действие по отношению к техническому углероду более выражено у олигомеров с концевыми группами. При этом более поляризованный СКД-КТР значительно проявляет поверх-

ностно-активные свойства и обеспечивает высокую степень распределения наполнителя.

Дальнейшее увеличение доли маловязкой фазы понижает напряжение сдвига при изготовлении композиций и приводит к уменьшению степени диспергирования наполнителя до уровня контрольного образца в случае применения олигодиенов СКД-0, СКД-КТР и СКД-ГТРА, либо к более низкому уровню при использовании поликетона СКД-9 (рисунок 2).

Отличительной особенностью олигомерных пластификаторов является их способность к реакциям структурирования. Гетерогенный характер распределения олигомеров и их пониженная молекулярная масса определяет образование вулканизата с разной степенью сшивания в фазе и матрице.

Наличие разномодульных областей в вулканизате выражается в понижении общей степени сшивания ΔM незаполненных композиций (таблица 3).

В процессе диспергирования технического углерода олигодиены частично адсорбируются на поверхности дисперсных частиц. При последующей десорбции олигодиены, благодаря наличию полярных функциональных групп, образуют ассоциаты, структурно подобные обратным мицеллам. Микрофаза олигодиена, распределенная в матрице полимера и не затронутая процессами сорбции-десорбции, также имеет мицеллярное строение.

Обладая вследствие близкой полярности большим сродством к микрофазе олигомера, компоненты вулканизирующей группы преимущественно растворяются в ней.

Как следствие, кинетические зависимости процесса вулканизации каучук-олигомерных систем будут определяться процессами диффузии компонентов вулканизирующей группы из микрофазы олигомера в окружающую полимерную матрицу.

Редкая вулканизационная сетка и увеличение доли свободного объема в эластомерной матрице не обеспечивают высокую прочность вулканизатов как в наполненном,

так и в ненаполненном состоянии. С увеличением дозировки жидкого каучука условная прочность вулканизатов снижается (таблица 3).

Т а б л и ц а 3

Результаты испытаний ненаполненных и наполненных композиций на основе СКИ-5 с различными типами олигомеров

Наименование показателей	Соотношение высоко- и низкомолекулярной составляющей композиции								
	100:0	95:5				90:10			
	1	2	3	4	5	2	3	4	5
ΔM , Н·м	0,68	0,62	0,52	0,64	0,65	0,60	0,48	0,61	0,62
	1,05	1,35	1,18	1,20	1,21	1,12	1,06	1,16	1,14
f_p , МПа	22,07	24,17	15,17	25,08	20,48	17,33	10,63	18,79	14,90
	26,52	27,94	21,49	26,39	21,53	23,32	17,95	20,91	20,54
N, тыс. циклов	135,3	154,9	230,6	143,3	140,5	168,4	500,0	133,3	145,7
	49,6	54,0	66,0	63,3	64,9	70,0	75,4	65,4	68,9

числитель - ненаполненные композиции; знаменатель - наполненные композиции.

ΔM – разность минимального и максимального крутящих моментов; f_p – условная прочность при разрыве; N – динамическая усталостная выносливость.

Аномально низкие значения условного напряжения при разрыве композиций, содержащих поликетон СКД-9, обусловлены дезактивацией сульфенамидного ускорителя карбонильными группами олигомера [10].

Структура композиционного материала, содержащего низкомолекулярную фазу, обеспечивает изделиям высокую динамическую усталостную выносливость. Установлено (таблица 3), что применение олигодиенов в количестве 5 м.ч. в качестве низкомолекулярной компоненты полимерной основы позволяет увеличить усталостную выносливость в режиме заданных деформаций на 5-13 %. Последующее увеличение содержания олигомера (до 10 м.ч.) повышает значение этого показателя до 20 %.

Среди образцов, подвергавшихся динамическому нагружению, выделяются вулканизаты, содержащие поликетон СКД-9. При содержании СКД-9 5 м.ч. динамическая усталостная выносливость ненаполненных вулканизатов увеличивается на 70 %, а при дозировке 10 м.ч. – на 370 %. Вероятно, это связано с диссипацией прилагаемой нагрузки в неоднородноструктурированной матрице композита.

Исследована эффективность применения функциональных и нефункциональных олигодиенов в полимерных композициях на основе 1,4-*цис*-полиизопренового каучука СКИ-5.

Определена степень влияния олигодиенов на диспергируемость наполнителя в объеме эластомерной матрицы.

Установлена зависимость влияния полярности микрофазы в наполненных и ненаполненных композициях на упруго-деформационные свойства резин.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Куперман, Ф.Е. Новые каучуки для шин. Приоритетные требования. Методы оценки [Текст] / Ф.Е. Куперман. - М.: НТЦ НИИШП, 2005. - 329 с.
- 2 Ахметов, И.Г. Получение *цис*-1,4-полиизопрена на модифицированных неодимсодержащих каталитических системах [Текст] / И.Г. Ахметов, Н.П. Борейко, Р.Т. Бурганов и др. // Тез. докл. II Всероссийской научно-технической конференции "Каучук и резина - 2010", Москва. - М., 2010. - С. 123.
- 3 Пичугин, А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин [Текст] / А.М. Пичугин. - М.: Машиностроение, 2008. - 383 с.
- 4 Шушарина, Е.К. Влияние процесса пластикации натурального каучука в присутствии пластификатора на структуру пластикутов, свойства смесей и резин [Текст] / Е.К. Шушарина, С.В. Усачев, А.Н. Королёв и др. // Промышленное производство и использование эластомеров. - 2011. - № 3. - С. 38-41.
- 5 Донцов, А.А. Каучук-олигомерные композиции в производстве резиновых изделий [Текст] / А.А. Донцов, А.А. Канаузова, Т.В. Литвинова. - М.: Химия, 1986. - 216 с.

6 Ильин, И.А. Изучение эффективности использования олигомерных поликетонов в смесях и резинах на основе цис-полибутадиенового каучука [Текст] / И.А. Ильин, К.А. Дубков, Д.П. Иванов и др. // Тез. докл. II Всероссийской научно-технической конференции "Каучук и резина - 2010", Москва. - М., 2010. - С. 276.

7 Ворончихин, В.Д. Влияние добавки низкомолекулярных каучуков на свойства смесей и резин. 1. Модификация композиций на основе бутадиенового каучука [Текст] / В.Д. Ворончихин, К.А. Дубков, Д.П. Иванов и др. // Каучук и резина. - 2009. - № 5. - С. 25.

8 Официальный сайт ФГУП НИИ СК [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.fqupniisk.ru>. - Загл. экрана.

9 Пат. 2280044 РФ Способ получения полимеров и олигомеров, содержащих функциональные группы [Текст] / Г.И. Панов, К.А. Дубков. - Бюл. № 20, от 20.07.2006.

10 Ильин, И.А. Оценка вулканизирующей активности сульфенамидных ускорителей различной структуры в смесях каучук БНКС-28АМН – поликетон СКД-9 [Текст] / И.А. Ильин, Н.А. Шабунина, В.Д. Ворончихин и др. // Тез. докл. III Всеросс. конф. «Каучук и резина -2013: традиции и новации». – М., 2013. - Т. 2. – С. 69-70.

REFERENCES

1 Kuperman, F.E. New rubbers for tires. Priority requirements. Assessment methods. of [Text] / F.E. Kuperman. - M: Scientific and technological center NIISHP, 2005. - 329 p.

2 Ahmetov, I.G. Receiving a cis-1,4-polyisoprene on modified neodymium - containing catalytic systems [Text] / I.G. Ahmetov, N.P. Boreyko, R.T. Burganov et al // Theses of reports II All-Russian scientific and technical conference "Rubber - 2010", Moscow. – M., 2010. - P. 123.

3 Pitchugin, A.M. Material Science aspects of creation of tire rubbers [Texts] / A.M. Pitchugin. - M: Mashinostroenie, 2008. - 383 p.

4 Shusharina, E.K. Influence of process of plastication of natural rubber in the presence of softener on structure of plastic compounds, properties of mixes and rubbers [Text] / E.K. Shusharina, S.V. Usachyov, A.N. Koroleov et al // Industrial production and use of elastomers. - 2011. - № 3. - P. 38-41.

5 Dontsov, A.A. Rubber-oligomers compositions in production of rubber products [Text] / A.A. Dontsov, A.A. Kanauzova, T.V. Litvinova. – M.: Himiya, 1986. – 216 p.

6 Ilyin, I.A. Studying of efficiency of use of oligomerny polyketones in mixes and rubbers on the basis of cis-polybutadiene rubber [Text] / I.A. Ilyin, K.A. Dubkov, D.P. Ivanov et al // Theses of reports II All-Russian scientific and technical conference "Rubber' 2010", Moscow. – M., 2010. - P. 276.

7 Voronchikhin, V.D. Influence of an additive of low-molecular rubbers on properties of mixes and rubbers. 1. Modification of compositions on the basis of butadiene rubber [Text] / V.D. Voronchikhin, K.A. Dubkov, D.P. Ivanov et al // Rubber. - 2009. - №. 5. - P. 25.

8 Official site of Federal State Unitary Enterprise Scientific Research Institute SK [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.fqupniisk.ru>. – Title screen.

9 Pat. 2280044 RF Way of receiving polymers and the oligomer containing functional groups [Text] / G.I. Panov, K.A. Dubkov. - Bull. № 20, of 20.07.2006.

10 Ilyin, I.A. Assessment of vulcanizing activity of sulfenamide accelerators of various structure in mixes BNKS-28AMN rubber – SKD-9 polyketone [Text] / I.A. Ilyin, N.A. Shabunina, V.D. Voronchikhin et al // Theses of reports. III All-Russian conference. "Rubber-2013: Traditions and Innovations". – M: 2013. V. 2. – P. 69-70.

Доцент А.В. Протасов, зав. кафедрой В.И. Корчагин,
Н.А. Михалева
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра инженерной экологии, тел. (473) 249-60-24

Использование ультразвука при жидкофазном наполнении активным техуглеродом бутадиен-стирольных каучуков

Использование ультразвуковых технологий на стадии совмещения активного ТУ марки К 354 и каучука СКС-30АРК сокращает время приготовления резиновой смеси с 27 до 17 мин, обеспечивает её высокие пласто-эластические свойства и требуемые физико-механические показатели вулканизатов.

The use of ultrasound technology at the stage of combining the active TU 354 K brand and rubber SKS-30ARK shorter preparing rubber from 27 to 17 minutes, providing its high-elastic properties of reservoir and the required physical and mechanical properties of vulcanized rubber.

Ключевые слова: бутадиен-стирольный каучук, активный техуглерод, ультразвуковое диспергирование

Известно [1], что ненаполненные серные вулканизаты некристаллизующегося бутадиен-стирольного каучука (например, СКС-30 АРКП) имеют прочность 2,0-3,0 МПа. Введение 30 мас. ч. техуглерода марки №220 на 100 мас. ч. каучука увеличивает прочность вулканизатов на его основе на порядок – до 30 МПа.

Принято считать, что усиление эластомеров и улучшение других свойств, в значительной степени, связаны с химическими и физическими взаимодействиями между полимерной матрицей и техуглеродом.

В работах [2, 3] приведена классификация размера частиц наполнителей по эффективности усиливающего действия, которую в упрощенном виде можно представить в следующем варианте:

- «разбавляющие», размер частиц в интервале 10000-1000 нм;
- «полуусиливающие» 1000-100 нм;
- «усиливающие» 100-35 нм;
- «суперусиливающие» 35-10 нм.

Обеспечение минимального размера агломератов технического углерода возможно при энергетическом воздействии на его водную суспензию. В настоящее время развиваются ультразвуковые технологии при диспергировании тонкодисперсных материалов в жидких средах, что упрощает процесс, протекающий в поле высоких энергий. Традиционными средами для эффективной реализации ультразвуковых технологий (растворение, экстрагирование, очистка, диспергирование, эмульгирование) являются вода, органические растворители, жидкие среды на водной основе с малым объемным содержанием твердых фракций.

Для изучения усиливающего эффекта ТУ были получены образцы наполненного каучука СКС-30 АРК ТУ марки К354 (рецептура и режим смешения представлены в таблице 1) традиционным способом (на вальцах) и жидкофазным наполнением при интенсивном перемешивании с применением ультразвуковой обработки.

Контрольный и опытный образцы каучуков смешивали с ингредиентами на вальцах ЛБ 320 160/160 с фрикцией 1,00-1,24 и частотой вращения переднего вала 23,0-27,5 мин⁻¹ при температуре поверхности валков (50,0±2,5) °С по режиму, представленному в таблице 1.

Из анализа результатов (таблица 2) видно, что при испытании резиновых смесей значение максимального крутящего момента опытного образца по отношению к контрольному ниже на 19 %, что обусловлено наличием эмульгирующих компонентов в наполненном ТУ каучуке СКС-30АРК. Автором [4] отмечено, что в присутствии смоляных кислот и солей жирных кислот, а также лейканола, происходит солюбилизация агентов вулканизации в полярных ядрах мицелл. Это способствует лучшему распределению труднорастворимых ингредиентов в каучуке, их локальному концентрированию и выгодной взаимной ориентации, что приводит к повышению скорости реакции вулканизации. Вулканизирующие агенты, являясь полярными веществами, в присутствии ПАВ распределяются в смеси к началу образования сажекаучукового геля, тогда как при отсутствии ПАВ образование сажекаучукового геля в системе происходит раньше, чем вулканизирующая группа успевает равномерно распре-

литься в смеси. В итоге образуется вулканизационная сетка с неравномерными связями по объему вулканизата.

Установлено, что физико-механические показатели опытных образцов вулканизатов находятся на уровне контрольного образца.

Т а б л и ц а 1

Рецептура и режимы смешения резиновых смесей

Компонент	Контрольный	Опытный
	мас.ч, %	мас.ч, %
Каучук	100,0	
Наполненный каучук СКС-30АРК с содержанием ТУ 40 мас. ч	-	140
Сера	2,0	2,0
Стеарин	1,5	1,5
Цинковые белила	5,0	5,0
Тиазол 2МБС	3,0	3,0
ТУ марки К354	40,0	-
Режимы смешения		
	Продолжительность операции, мин.	
Вальцевание каучука при зазоре 1,2 ÷ 1,4 мм	5	5
Подрезка смеси на $\frac{3}{4}$ валка с каждой стороны через 30 сек	-	-
Введение $\frac{1}{2}$ части ТУ	5	-
Подрезка смеси на $\frac{3}{4}$ валка по три раза с каждой стороны	-	-
Введение $\frac{1}{2}$ части ТУ и ТУ с поддона	5	-
Подрезка смеси по три раза с каждой стороны	-	-
Введение стеарина	2	-
Подрезка смеси по одному разу с каждой стороны	-	-
Введение цинковых белил, Тиазола 2МБС и серы	5	5
Подрезка смеси на $\frac{3}{4}$ валка по пять раз с каждой стороны	2	2
Срезка смеси, сдвиг валков до зазора 0,6-0,8. Пропуск смеси при этом шесть раз	2	2
Листование смеси по толщине (2,1±0,3) мм	1	1
Снятие смеси	-	-
Итого:	27	17

Следует отметить сокращение времени вулканизации (t'_{90}) с 26,8 до 20,8 мин., более высокие показатели на теплостойкость по прочности (16,4 %). Весьма ценной для прогнозирования переработки наполненных эластомеров является возможность анализа зависимости их модуля сдвига от величины деформации.

Результаты физико-механических испытаний представлены в таблице 2.

При малых (доли процента) деформациях в композитах остаются условия для взаимодействия между полярными частицами, которым до деформирования было существенно более выгодно взаимодействовать друг с другом, чем со сравнительно неполярным полимером [5]. При более высоких деформациях агломераты механически отодвигаются друг от друга, и контакт между ними утрачивается, что закономерно сопровождается существенным снижением модуля (эффект Пейна). Хотя этот эффект должен полностью исчерпаться при деформациях порядка 30 %, снижение модуля идет монотонно, вплоть до сотен процен-

тов, и не исчерпывается, вплоть до достижения предела крутящего момента, доступного для регистрации. Вероятно, дело в том, что от величины деформации зависят и другие слагаемые модуля: при больших деформациях проявляется эффект ориентации макромолекул, а главное, от деформации зависят и свойства межфазного слоя (в том числе, граничных и переходных от наполнителя к полимеру слоев).

Прогнозирование параметров переработки наполненных эластомеров проводили на приборе RPA 2000. Величина эффекта Пейна коррелирует со степенью диспергирования агломератов активного наполнителя, а величина максимальной за цикл деформации модуля с вязкостью материала в начале нагружения и, тем самым, с пиковой нагрузкой (например, в момент загрузки вальцов). Анализ экспериментальных зависимостей показал, что эффект Пейна для резиновой смеси, наполненной на стадии жидкофазного совмещения, несколько выше контрольного образца. Действительная часть модуля G' характеризуется двумя пре-

дельными значениями G'_0 и G'_∞ при амплитудах деформации, приближающихся соответственно к 0 и ∞ . По величине G'_0 можно косвенно оценить степень диспергирования наполнителя. Судя по экспериментальным данным, дисперсность образца, полученного с использованием УЗ обработки, несколько выше.

Время, необходимое на приготовление резиновой смеси контрольного образца составляет 27 минут. Опытный образец готовится за 17 минут, что свидетельствует о лучшем предварительном диспергировании ТУ в поле ультразвука. Дисперсионные характеристики коррелируют с прочностными показателями (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Результаты испытаний саженаполненного каучука СКС-30АРК

Наименование показателя	Контрольный СКС-30АРК (100х40)	Жидкофазное наполнение с УЗ-обработкой СКС-30АРК (100х40)
Вулканизационные характеристики:		
Минимальный крутящий момент (M_L), дНм	8,1	2,1
Максимальный крутящий момент (M_H), дНм	34,7	29,1
Время начала вулканизации (t_{s1}), мин	4,4	1,7
Время достижения 25% вулканизации (t'_{25}), мин	6,4	4,0
Время достижения 50% вулканизации (t'_{50}), мин	12,0	6,9
Время достижения 90% вулканизации (t'_{90}), мин	26,8	20,8
$tg\delta$, МПа	0,032	0,036
Физико-механические показатели:		
Время вулканизации при 143 °С, мин	60	60
Условное напряжение при 100% удлинении, МПа	2,1	2,4
Условное напряжение при 300% удлинении, МПа	9,5	11,7
Условная прочность при растяжении, МПа	22,0	22,2
Относительное удлинение при разрыве, %	464	460
Относительная остаточная деформация после разрыва, %	10	12
Теплостойкость		
Условная прочность при растяжении, МПа	6,1	7,07
Относительное удлинение при разрыве, %	410	317
Старение 100 °С 72 часа		
Коэффициент старения K^f_{cm}	0,58	0,62
Коэффициент старения K^e_{cm}	0,57	0,75
РПА 2000		
Оценка качества диспергирования наполнителя при 100 °С, Process Pein test, G'	292,7	331,5
Оценка эксплуатационных свойств (сопротивление качению) Gisteresis-E test, $tg\delta$ при 60°С	0,22	0,21
Оценка пластоэластических свойств резин (старение), $\Delta tg\delta$	0,012	0,006

Отмечено, что вязкость резиновой смеси опытного образца, полученного с применением ультразвука, ниже контрольного, что обусловлено пластифицирующим действием мыл смоляных и жирных кислот и их производных.

Значения $tg\delta$ для контрольного и опытного образцов близки, что указывает на идентичные гистерезисные характеристики. Диспергирование ТУ в поле УЗ сопровождается увеличением активности наполнителя, в этой связи гистерезисные потери опытного образца несколько выше. Однако наличие в системе ПАВ способствует подвижности полимерных цепей, тем самым компенсируются потери механической энергии.

Таким образом, применение ультразвуковой обработки на стадии получения маточной композиции на основе каучука СКС-30АРК и

активного ТУ марки 354 позволяет сократить время приготовления резиновой смеси, обеспечить её высокие пласто-эластические свойства и требуемые физико-механические показатели вулканизатов на её основе.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Морозов, Ю.Л. Эластомерные нанокомпозиты [Текст] / Ю.Л. Морозов, С.В. Разниченко // Каучук и резина. – 2011. – №4. – С. 42-44.
- 2 Козлов, Г.В. Структурный выбор наполнителей для нанокомпозитов с эластомерной матрицей [Текст] / Г.В. Козлов, Г.Б. Шустов, Ю.Г. Яновский // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2005. – С. 1220-1232.

3 Козлов, Г.В. Природа суперусиливающих частиц технического углерода в эластомерных нанокompозитах [Текст] / Г.В. Козлов, А.И. Буря, З.Х. Афашагова, А.К. Микитаев // Вопросы химии и химической технологии. – 2009. – №1. – С. 59-62.

4 Андреев, Р.А. Получение саженатолненных каучуков и резин с использованием отходов производств эластомеров [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.06 / Р.А. Андреев. – Воронеж: ВГТА, 2005. – 19 с.

5 Кандырин, К.Л. Применение прибора РРА для оценки свойств наполненных резин [Текст] / К.Л. Кандырин, А.С. Седов // Вопросы практической технологии изготовления шин. – 2010. – №1(50). – С. 93-100.

REFERENCES

1 Morozov, Yu.L. Elastomeric nanocomposites [Text] / Yu.L. Morozov, S.V. Raznichenko // Rubber. - 2011. - № 4. - P. 42-44.

2 Kozlov, G.V. Structural choice fillers for nanocomposites with elastomeric matrix [Text] / G.V. Kozlov, G.B. Shustov, Yu.G. Janowski // Electronic Journal "Investigated in Russia". - 2005. - P. 1220-1232.

3 Kozlov, GV Nature super reinforcing particles of carbon black in elastomeric nanocomposites [Text] / G.V. Kozlov, A.I. Burya, Z.H. Afashagova, A.K. Mikitaev // Questions of chemistry and chemical technology. - 2009. - № 1. - P. 59-62.

4 Andreev, R.A. Getting filled with soot rubber and rubber industries using waste elastomers [Text]: abstr. dis. ... PhD: 05.17.06 / R.A. Andreev. - Voronezh: VSTA, 2005. - 19 p.

5 Kandyrin, K.L. Improper RPA to evaluate the properties of filled rubbers [Text] / K.L. Kandyrin, A.S. Sedov // Issues of practical technology manufacturing tires. - 2010. - № 1 (50). - P. 93-100.

Н.С. Никулина

(Воронежский институт ГПС МЧС России) кафедра пожарной безопасности технологических процессов

доцент И.Н. Пугачева, профессор С.С. Никулин

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, тел. (473)249-60-24

Модификация олигомера, полученного из побочных продуктов производства полибутадиена с использованием отхода производства фталевого ангидрида

В работе исследована модификация олигомера, синтезированного из побочных продуктов полибутадиена отходом, образующимся при производстве фталевого ангидрида, содержащего в качестве основного компонента малеиновую кислоту. Рассмотрено влияние температуры, продолжительности процесса и содержание отхода на свойства получаемого продукта.

The modification of the oligomer synthesized from polybutadiene waste byproducts formed during the production of phthalic anhydride comprising as a main component maleic acid was studied. The influence of temperature, duration of the process and content of the waste on the properties of the resulting product was considered.

Ключевые слова: модификация, олигомеры, отход, малеиновая кислота, свойства

Нефтехимическая промышленность – источник многочисленных отходов, переработка и использование которых имеет важное прикладное и экологическое значение. К нефтехимической промышленности относятся и предприятия, производящие синтетические каучуки. Образующиеся отходы при производстве синтетических каучуков содержат большое число соединений, обладающих различной реакционной активностью и способных найти широкое применение в композиционных составах различного назначения – в производстве лакокрасочных материалов, для консервации и защиты древесины и др.

Из литературы известно, что димеры и тримеры бутадиена, с одной стороны, являются побочными продуктами в некоторых нефтехимических процессах с участием бутадиена, а с другой стороны, сами могут служить ценным исходным сырьем для ряда органических и нефтехимических синтезов, а также для получения на их основе полимерных материалов [1, 2]. На основе данных побочных продуктов был реализован в промышленных масштабах процесс получения стиролсодержащих низкомолекулярных полимерных материалов [3, 4]. Однако получаемые полимерные материалы не содержат функциональных групп, что значительно сужает области их практического применения.

Вопросам химической модификации синтетических полимеров, резиновых смесей и вулканизатов уделяется в последние годы повышенное внимание как с научной, так и с практической точки зрения. Введение функциональных групп в сополимер и нахождение новых областей его применения является важной и актуальной задачей.

Работа посвящена исследованию возможности использования для модификации олигомера, полученного из побочных продуктов производства полибутадиена, отхода производства фталевого ангидрида, содержащего в качестве основного компонента малеиновую кислоту (МК). Интерес к использованию отхода, содержащего малеиновую кислоту, базируется на том, что данный прием позволит придать получаемым продуктам ряд новых свойств и утилизировать отход от производства фталевого ангидрида.

Отход производства фталевого ангидрида имел следующий состав, % мас.: малеиновая кислота – 34,5; цитраконовая кислота – 1,76; фталевая кислота 2,78; бензойная кислота – 1,72; фталида – 0,24; о-толуиловая кислота – 0,024; общая кислотность в пересчете на малеиновую кислоту, г/л – 362. Плотность водного раствора при 40 °С, г/см³ – 1,11.

Процесс модификации олигомера из побочных продуктов производства полибутадиена осуществляли следующим образом.

В реактор загружали 100 г 70 % толуольного раствора низкомолекулярного, содержащего стирол, олигомера и вводили отход, содержащий МК в пересчете на исходный олигомер. Дозировку отхода производства фталевого ангидрида, содержащего МК выдерживали от 3,0 до 9,0 % на олигомер. Температура модификации – 150-210 °С при продолжительности от 8 до 30 ч. Ход процесса контролировали аналитическими методами по изменению средней молекулярной массы $\overline{M}_v$, кислотного и бромного чисел путем отбора проб через определенные промежутки времени.

Анализ зависимостей показал, что повышение содержания МК и температуры приводит к возрастанию средней молекулярной массы получаемых продуктов. Это может быть объяснено тем, что в системе протекают процессы структурирования, связанные с присоединением МК к макромолекулам как по реакции Дильса-Альдера, так и по месту разрыва двойных связей полимерных цепей. Важно отметить, что МК при повышенных температурах и другие кислоты, содержащиеся в отходе производства фталевого ангидрида, могут выполнять функции катализаторов катионного типа и ускорять приведенные выше реакции. Продолжительность реакции оказывает на процесс модификации более сложное и многоплановое влияние. Это свидетельствует о том, что примерно через 17-20 часов в системе начинают усиливаться деструкционные процессы.

Анализируя изменение кислотного числа, можно сделать вывод о том, что оно проходит через максимум с увеличением содержания МК и других компонентов отхода фталевого ангидрида в реакционной смеси. Это может быть связано с частичной дегидратацией МК, фталевой кислоты и превращением их в соответствующие ангидриды. Данный процесс особенно активно протекает во времени при повышенных температурах. Так, из литературных данных следует, что этот процесс начинает активно протекать при температуре выше 130 °С, а при температуре 150 °С через 0,3 часа устанавливается равновесие с 50 %-ной конверсией [5, 6].

Наблюдаемое снижение бромного числа свидетельствует об уменьшении количества

двойных связей в получаемом олигомере.

Таким образом, варьируя содержание отхода производства фталевого ангидрида, содержащего МК, продолжительность процесса и температуру, можно целенаправленно изменять свойства получаемого материала в зависимости от требований, которые может предъявить потребитель.

Введение функциональных групп в содержащий стирол полимерный материал, полученный из побочных продуктов производства полибутадиена, позволяет предположить и наиболее перспективные направления в его использовании. Такими направлениями могут служить: производство каучуков, получаемых эмульсионной полимеризацией; композиционные составы различного назначения; защитная обработка древесных материалов с целью придания им повышенной прочности и устойчивости к действию воды и влаги.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Никулин, С.С. Отходы и побочные продукты нефтехимических производств – сырьё для органического синтеза [Текст] / С.С. Никулин, В.С. Шеин, С.С. Злотский и др. – М.: Химия, 1989.
- 2 Кроль, В.А. Свойства и применение диеновых олигомеров [Текст] / В.А. Кроль, Э.М. Ривин, Г.Т. Щербань. – М.: ЦНИИТ-Энефтехим, 1984.
- 3 Никулин, С.С. Низкомолекулярные сополимеры на основе непредельных соединений, содержащихся в кубовом остатке ректификации толуола и стирола [Текст] / С.С. Никулин, О.Н. Филимонова, Ю.А. Сергеев и др. // Производство и использование эластомеров. - 2000. - № 1. - С. 10-14.
- 4 Сидоров, С.Л. Синтез низкомолекулярных сополимеров из отходов производства СК на минеральных катализаторах [Текст] / С.Л. Сидоров, Н.Н. Шаповалова, А.В. Молодыка и др. // Производство и использование эластомеров. - 1993. - № 4. - С. 7-12.
- 5 Молдавский, Б.Л. Малеиновый ангидрид и малеиновая кислота [Текст] / Б.Л. Молдавский, Ю.Д. Кернос. - Л.: Химия, 1976.
- 6 Филимонова, О.Н. Исследование процесса переработки ацетофенонового кубового остатка ректификации стирола и малеиновой кислоты [Текст] / О.Н. Филимонова, С.С. Никулин // Журнал прикладной химии. - 2002. - Т. 75. - Вып. 8. - С. 1315-1319.

REFERENCE

- 1 Nikulin, S.S. Waste and by-products of petrochemical production - raw materials for organic synthesis [Text] / S. S Himiya, V. S Shein, S. S Zloty et al - M. : Chemistry, 1989 .
- 2 Krol, V.A. Properties and application of diene oligomers [Text] / V. A. Krol, E. M. Rivin, G. T. Scherban. – M.: TsNIITeneftchim, 1984.
- 3 Nikulin, S.S Low molecular weight copolymers of unsaturated compounds contained in the bottoms distillation of toluene and styrene [Text] / S.S. Nikulin, O.N. Filimonova, Y.A. Sergeyev et al // Production and use of elastomers, 2000. - V. 1. - P. 10-14.
- 4 Sidorov, S.L The synthesis of low molecular weight copolymers of waste SK on mineral catalysts [Text] / S. L. Sidorov, N. N. Shapovalov, A.V Molodyk et al // Production and use of elastomers. - 1993. V. 4. - P. 7-12.
- 5 Moldavsky, B.L Maleic anhydride and maleic acid [Text] / B.L. Moldavsky, J.D. Kernos. - SPb: Uimiya, 1976 .
- 6 Filimonova, O.N. Investigation of the process of processing acetophenone bottoms distillation of styrene and maleic acid [Text] / O. N. Filimonova, S. S. Nikulin // Journal of Applied Chemistry. - 2002. - T. 75. - V. 8. - P. 1315-1319.

Доцент Л.Н. Студеникина, доцент М.В. Енютин,
зав. кафедрой В.И. Корчагин

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра инженерной экологии, тел. (473) 249-60-24

Влияние внешних воздействий на биодеструкцию высоконаполненных полисахаридами термопластов

Проведена оценка поведения высоконаполненных полисахаридами термопластов при воздействии отрицательных температур, влаги и почвенной среды. Оценка проводилась по визуальным признакам и показателям прочности. Установлено, что определяющим фактором, влияющим на потерю эксплуатационных свойств композиционного материала, является влажность. Выявлено, что в условиях ограниченного доступа воздуха исследуемый материал подвержен биодеструкции.

Assessed the external characteristics and strength of the thermoplastic composition and polysaccharide influenced by negative temperatures, water and soil. The evaluation was conducted by visual signs and indicators of strength. Found that the main factor of strength loss is water. Revealed that the material in the absence of oxygen is subject to biodegradation.

Ключевые слова: наполненные термопласты, полисахариды, внешние воздействия, анаэробное биоразложение

Внедрение новых материалов в производство и быт всегда связано с комплексным изучением их свойств в различных условиях использования. Для эффективной эксплуатации изделий из пластмасс необходимо, чтобы они применялись в строго определенных температурных, силовых и временных нагрузках [1]. Исследование морозостойкости и влагостойкости новых материалов, рекомендуемых для применения в качестве упаковочных, необходимо для прогнозирования их поведения при заморозке/разморозке товаров, упаковке влажных продуктов и т.д.

По истечении периода эксплуатации изделий из пластмасс существует необходимость их утилизации. Анализ способов утилизации твердых бытовых отходов (ТБО), среди которых доля пластмасс составляет до 40 % [2], показал, что их захоронение на полигонах является доминирующим в мире и основным в России [3]. Известно, что процессы, происходящие в объеме полигона ТБО, протекают в аэробных, переходных и анаэробных условиях [4]. Для рассматриваемых композиционных материалов на основе термопластов и полисахаридов установлен факт биодеструкции при их принудительном заражении грибами, а также в условиях почвенного теста, в обоих случаях процесс биодеструкции проходил при доступе кислорода воздуха [5].

Целью данного исследования является оценка поведения композиционных материалов

на основе термопластов (прежде всего используемых в индустрии упаковки полиолефинов) и природных гидрофильных наполнителей при различных внешних воздействиях: отрицательных температурах, водной и почвенной среды, а также изучение процесса биодеструкции композиционных материалов в условиях, приближенных к условиям полигона ТБО, т.е. при ограниченном доступе кислорода воздуха.

Объектами исследования были выбраны композиции на основе термопластов (полиолефинов), с содержанием гидрофильного наполнителя (полисахарида) в количестве 50 мас. %. Образец представляет собой прямоугольник размером 100x100 мм и толщиной 1 мм, непрозрачный, белого цвета. Объектом сравнения был образец материала из ненаполненного термопласта. Часть образцов помещали в морозильную камеру ($t = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$), часть – в воду ($t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} = 6,5$), и часть – в почву (чернозем типичный, $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} = 6$, влажность около 9 %). Выдерживали в течение 30 суток, после чего извлекали из опытной среды и кондиционировали на воздухе в течение 24 часов, далее определяли прочность при разрыве и оценивали визуальные изменения. Подготовка и испытания опытных образцов при определении прочностных показателей проводилась по ГОСТ 11262-80. Визуальные изменения оценивали, прежде всего, по степени деформации образца, изменению цвета, появлению неровностей поверхности.

Эффективность биодеструкции при ограниченном доступе кислорода оценивали по интенсивности газовыделения, предварительно

обработав гранулят композиции речной водой из Воронежского водохранилища (определение видового состава микроорганизмов не проводилось), после чего 100 г обработанного материала помещали в герметичную емкость, соединенную с градуированной бюреткой, заполненной раствором хлорида натрия, в емкость добавляли 50 мл речной воды для создания благоприятных условий биодеструкции; объем выделившегося газа определяли при вытеснении раствора в уравнительную склянку (рисунок 1).



Рисунок 1 – Определение газовыделения в условиях ограниченного доступа кислорода

При действии всех рассматриваемых внешних факторов в образцах не наблюдалось деформации формы. Действие отрицательных температур не сопровождается какими-либо визуальными изменениями. После нахождения в воде для образцов характерны незначительные неровности поверхности, связанные с набуханием гидрофильного наполнителя. Образцы, помещенные в почву, имеют незначительные вкрапления, видимо, являющиеся частицами почвы, проникшими в микротрещины.

На рисунке 2 представлены результаты определения прочностных показателей материала.

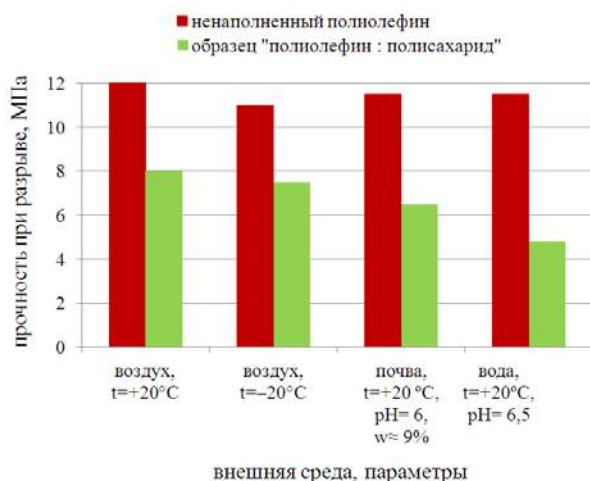


Рисунок 2 – Показатели прочности при разрыве образцов через 30 суток воздействия внешних факторов

Нижний температурный предел эксплуатации термопластов, традиционно используемых в индустрии упаковки, может достигать минус 100 °С (для полиэтилена), но также может быть и довольно высоким (для полипропилена – минус 20 °С). Введение наполнителей, которые воздействуют на надмолекулярную структуру материала, может изменять температурные пределы эксплуатации пластмасс. В зависимости от характеристик наполнителей, их химического состава, дисперсности, формы, твердости, а также их концентрации, можно как снижать морозостойкость композиционного материала, так и повышать ее. Так, например, известно [6], что введение стекловолна в термопласты (до 30%) способствует снижению теплозависимости, причем не только при нагревании, но и при температурах до минус 60°C.

После воздействия отрицательной температуры (-20 °С) в исследуемых образцах не наблюдалось значительного снижения прочностных показателей, что также характерно и для ненаполненного термопласта (рисунок 2). Таким образом, замораживание в указанных температурных пределах не влияет на эксплуатационные свойства высоконаполненных полисахаридами термопластов, что дает возможность их рекомендовать в качестве упаковочных материалов для продуктов, подвергаемых заморозке и разморозке.

Установлено, что наибольшее влияние на снижение прочности опытных образцов оказывает водная среда, что, видимо, связано с процессами гидролиза наполнителя, и как следствие, снижением межмолекулярных взаимодействий в гетерогенной системе. Таким образом, длительное хранение продуктов с повышенной влажностью не рекомендуется в изделиях (упаковка, тара, посуда и проч.) из исследуемого материала.

Результаты определения газовыделения при биодеструкции исследуемого материала в условиях ограниченного доступа кислорода воздуха, представлены на рисунке 3.

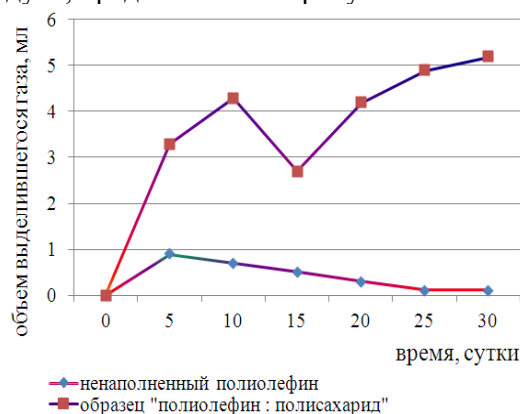


Рисунок 3 – Динамика газовыделения в условиях ограниченного доступа кислорода

Известно [7], что полисахариды, способные под действием воды или ферментов разлагаться на глюкозу и другие моносахара, в анаэробных условиях могут быть источником питания таких микроорганизмов, как дрожжи, молочнокислые бактерии, анаэробные бактерии рода *Clostridium* и прочие. Также известно [8], что полигоны депонирования ТБО функционируют как биологические реакторы, где гидролиз в анаэробной зоне полигона на глубине 0,5-5,0 м осуществляют первичные анаэробы (кловидии и бациллы), а активный метаногенез – вторичные анаэробы (метаногены, сульфатредуцирующие и денитрифицирующие бактерии), при этом на стадии активного метаногенеза в структуре микробиоценоза преобладают бактерии родов *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Methanobacterium*, на стадии стабильного метаногенеза – бактерии родов *Bacillus*, *Desulfovibrio*, *Methanobacterium*, *Methanococcus*.

При проведении эксперимента в отсутствие доступа воздуха в емкости с зараженным гранулятом композиции наблюдалось интенсивное газовыделение в первые 10 суток; так как изначально воздух из емкости не откачивался, то, видимо, это связано с развитием микроорганизмов – аэробов. После 10 суток выдерживания объем выделяемого газа значительно снижается, но через 15-16 суток вновь проявляется активность микромицетов, выраженная в увеличении объема выделяемого газа. Можно предположить, что отсутствие кислорода привело к ингибированию аэробных организмов, с последующим развитием анаэробов.

Таким образом, преобладающим фактором, оказывающим влияние на эксплуатационные показатели композиционного материала, является влажность; при отсутствии кислорода биодеструкция композиции продолжается, видимо, анаэробными организмами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Калинин, Э.Л. Выбор пластмасс для изготовления и эксплуатации изделий [Текст]: справочное издание / Э.Л. Калинин, М.Б. Сакотцева. - Л.: Химия, 1987. - 416 с.
- 2 Фомин, В. А. Биоразлагаемые полимеры [Текст] / В. А. Фомин, В. В. Гузев // Химия и жизнь. - 2005. - № 7. - С. 8-11.
- 3 Гуман, О.М. Эколого-геологические условия полигонов твердых бытовых отходов среднего урала [Текст]: дис. ... докт. геол.-минерал. наук: 25.00.36 / О.М. Гуман. - Екатеринбург, 2008. - 351с.

4 Горбатюк, О.В. Ферментеры геологического масштаба [Текст] / О.В. Горбатюк, О.И. Минько и др. // Природа. - 1989. - № 9. - С. 71-79.

5 Студеникина, Л.Н. Получение высоконаполненного крахмалом полиэтилена с использованием модифицирующих добавок [Текст]: дис. ... канд. тех. наук / Л.Н. Студеникина. - Воронеж, 2012. - 159 с.

6 Как повысить морозостойкость ПМ? [Электронный ресурс] // Пластикс. - 2012. - № 1/ - С. 48-52. - Режим доступа: <http://www.plastics.ru/pdf/journal/2012/01/Frost.pdf>. - Загл. с экрана.

7 Джеймс, Дж.М. Современная пищевая микробиология [Текст] / Дж. М. Джеймс. - М.: БИНОМ-Пресс, 2011. - 886 с.

8 Зайцева, Т.А. Закономерности изменения микробиоценозов на полигонах депонирования твердых бытовых отходов в процессе деструкции органических веществ [Текст]: дис. ... докт. биол. наук / Т.А. Зайцева. - Пермь, 2006. - 289 с.

REFERENCES

- 1 Kalinchev, E.L. Choosing plastics for the manufacture and use of products [Text]: a reference book / E.L. Kalinchev, M.B. Sakovtseva. - SPb.: Himiya, 1987. - 416 p.
- 2 Fomin, V.A. Biodegradable polymers [Text] / V.A. Fomin, V.V. Guzev // Chemistry and Life. - 2005. - № 7. - P. 8-11.
- 3 Guman, O.M. Ecological and geological conditions landfills Middle Urals [Text] dis. ... ScD: 25.00.36 / O.M. Guman. - Ekaterinburg, 2008. - 351 p.
- 4 Gorbatyuk, O.V. Geological scale fermenters [Text] / O.V. Gorbatyuk, O.I. Minko et al // Nature. - 1989. - №9. - P. 71-79.
- 5 Studenikina, L.N. Preparation of highly filled polyethylene using starch modifiers [Text]: dis. ... PhD / L.N. Studenikikna. - Voronezh, 2012. - 159 p.
- 6 How to improve the frost PM? [Electronic resource] // Plastics. - 2012. - № 1. - P. 48-52. - Access mode: <http://www.plastics.ru/pdf/journal/2012/01/Frost.pdf>. - Title the screen.
- 7 James, J.M. Modern food microbiology [Text] / J.M. James. - M.: BINOM Press, 2011. - 886 p.
- 8 Zaitseva, T.A. Patterns of change microbio-cenoses on landfilling of municipal solid waste in the process of destruction of organic substances [Text]: dis. ... ScD / T.A. Zaitseva. - Perm, 2006. - 289 p.

Доцент В.А. Седых, профессор О.В. Карманова,
аспирант А.С. Москалёв, магистрант С.Р. Рамазанов

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, тел. (473) 249-92-37

Изучение технических и технологических свойств СтироТЭП-65

Изучены упруго-прочностные и реологические свойства дивинил-стирольного сополимера СтироТЭП-65. С целью расширения области применения СтироТЭП-65 проведена оценка его совместимости с ПММА.

Elastic-strength properties and rheology of the styrene-butadiene block copolymer StiroTEP-65 were studied. In order to expand the sphere of application StiroTEP-65 studied its compatibility with PMMA.

Ключевые слова: термоэластопласт, реология, прочность, хрупкость, совместимость

В настоящее время сохраняется спрос на термоэластопласты в различных областях народного хозяйства.

Трехблочные сополимеры, в которых средний блок обладает достаточно высокой гибкостью полимерных цепей (полибутадиен или полиизопрен), а концевые блоки являются жесткоцепными (полистирол или поли- α -метилстирол), проявляют свойства термоэластопластов (ТЭП).

Синтез таких «трехблочников» основан на анионной полимеризации с использованием «живых» полимеров [1]. Достоинством метода синтеза является возможность управления строением получаемого продукта, т.е. химическим составом, длиной и последовательностью блоков [2]. Чтобы сополимер обладал хорошей эластичностью и термопластичностью, необходимо, чтобы содержание звеньев гибкоцепных блоков в его макромолекулах составляло не менее 50 %. При содержании звеньев гибкоцепных блоков менее 50 % мономер теряет эластичность, но сохраняет термопластичность. В высокостирольных блоксополимерах типа СтироТЭП, средний блок представляет собой статистический сополимер стирола и бутадиена, включающий до 12 % 1,2-звеньев бутадиена.

Дивинил-стирольные сополимеры обладают всеми необходимыми качествами для проектирования производства и разработки многочисленных видов прозрачных плёнок и листов, отвечающих самым строгим требованиям, предъявляемым к пищевым упаковкам [3-5].

Благодаря таким свойствам как высокая прозрачность, достаточная прочность и высокая

устойчивость к стерилизации гамма-лучами, окисью этилена или электронным пучком, высокостирольные ТЭП являются превосходными материалами для прецизионных и сложных деталей, компонентов медицинских приборов и их упаковок. Легкость переработки делают его идеальным материалом для использования в производстве игрушек, вешалок для одежды, прозрачных деталей офисных приспособлений, рекламного оформления.

Используются следующие технологические способы переработки СтироТЭП-65:

- литье под давлением жестких и прочных изделий с высокой текучестью и прозрачностью;
- экструзия с раздувом; экструзия рукавных пленок, получение тонких пленок;
- каландрование пленки.

Бутадиен-стирольные сополимеры пригодны для вторичной переработки и в качестве твердых отходов разрешены к утилизации путем сжигания или захоронения на мусорных полигонах.

Было проведено изучение упруго-прочностных и реологических свойств СтироТЭП-65.

Разработанный Воронежским филиалом ФГУП НИИСК СтироТЭП-65 предназначался в качестве материала упаковочной плёнки товарного полистирола с ограниченной областью применения.

В связи с этим целью работы являлось уточнение технических свойств СтироТЭП-65 и оценка его совместимости с полиметилметакрилатом (ПММА) марки 8N.

В таблице 1 приведены характеристики изучаемого сополимера по опубликованным данным.

Т а б л и ц а 1

Технические характеристики СтироТЭП-65

Наименование показателей	Показатели
Содержание связанного стирола, %	65
Показатель полидисперсности M_w/M_n	1,3
Содержание 1,2-звеньев в полибутадиеновом блоке, %	13,9
Потери массы при сушке, %	0,4
Условная прочность при растяжении, МПа	26
Относительное удлинение, %	520
Эластичность по отскоку, %	30
Твердость по Шору А, у. ед.	90
Ударная вязкость, кДж/м ²	58,5
Показатель текучести расплава, г/10 мин (190 °С; 49 Н)	20

В представленном выше сертификате не отображены в полной мере реологические показатели расплава. Поэтому первый этап работы заключался в изучении зависимости напряжения сдвига и вязкости расплава от скорости сдвига при температурах его переработки 190-200 °С.

Определяли показатель текучести расплава с помощью прибора ИИРТ-5М. Полученные данные представлены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Влияние температуры и нагрузки расплава на показатель текучести расплава СтироТЭП-65 (диаметр капилляра 2,09 мм, длина 8 мм)

Температура, °С	Нагрузка, Н	ПТР, г/10 мин
190	21,2	2,7
200	21,2	8,7
190	49,0	18,1
200	49,0	21,4

Установлено, что повышение температуры на 10 °С (с 190 до 200 °С) при нагрузке 21,2 Н приводило к увеличению текучести в 3,2 раза, а при нагрузке 49 Н - в 1,2 раза. В свою очередь, увеличение нагрузки с 21,2 до 49 Н при 190 °С приводило к росту показателя чувствительности расплава к скорости сдвига ($PTR_{49}/PTR_{21,2}$) в 6,7 раза, а при 200 °С - в 2,6 раза.

Дальнейшие исследования проводились на реометре SmartRheo-1000 с программным обеспечением «Ceast VIEW 5.94-4D». Гранулы СтироТЭП-65 прогревались в камере прибора при 190 °С и 200 °С. Расплав термоэластопласта выдавливали через калиброванные капил-

ляры диаметром 1 мм и длиной 5 и 30 мм с нарастающей скоростью.

Установлено, что с ростом скорости сдвига от 100 до 400 с⁻¹ напряжение сдвига возрастало по линейной зависимости (рисунок 1). Увеличение температуры на 10 °С приводило к снижению уровня напряжения сдвига (B , Па) и показателя кратности его изменения (A , Па·с) при длине капилляра 5 мм - в 1,1 раза, а при длине капилляра 30 мм - в 1,3 раза. Отмечено, что увеличение длины капилляра в 6 раз при 200 °С приводило к снижению показателя A в 1,2 раза, а при 190 °С он практически не изменялся (таблица 3).

Т а б л и ц а 3

Влияние скорости сдвига τ (с⁻¹), температуры расплава и длины капилляра на показатель кратности изменения напряжения сдвига расплава A (Па·с)

Температура испытания (длина капилляра)	Коэффициенты уравнения регрессии $Y = A \cdot \tau + B$	
	A , Па·с	B , Па
190 °С (5 мм)	136,5	25177
190 °С (30 мм)	132,0	18271
200 °С (5 мм)	124,8	14759
200 °С (30 мм)	104,2	14019

Увеличение скорости сдвига приводило к снижению вязкости расплава (рисунок. 2). Отсюда следует, что характер течения расплава СтироТЭП-65 соответствует псевдопластичным жидкостям. Увеличение температуры на 10 °С приводило к снижению вязкости и показателя кратности её изменения K (Па·с²) при длине капилляра 5 мм - в 1,7 раза, а при 30 мм - в 1,3 раза (таблица 4). Увеличение длины капилляра в 6 раз при 190 °С приводило к снижению K в 1,4 раза, а при 200 °С показатель K не зависел от изменения длины капилляра.

Т а б л и ц а 4

Влияние скорости сдвига τ (с⁻¹), температуры расплава и длины капилляра на показатель кратности изменения вязкости расплава K (Па·с²)

Температура испытания (длина капилляра)	Коэффициенты уравнения регрессии $Y = C \cdot \tau + D$:	
	K , Па·с ²	D , Па·с
190 °С (5 мм)	-0,53	391
190 °С (30 мм)	-0,39	319
200 °С (5 мм)	-0,31	274
200 °С (30 мм)	-0,31	249

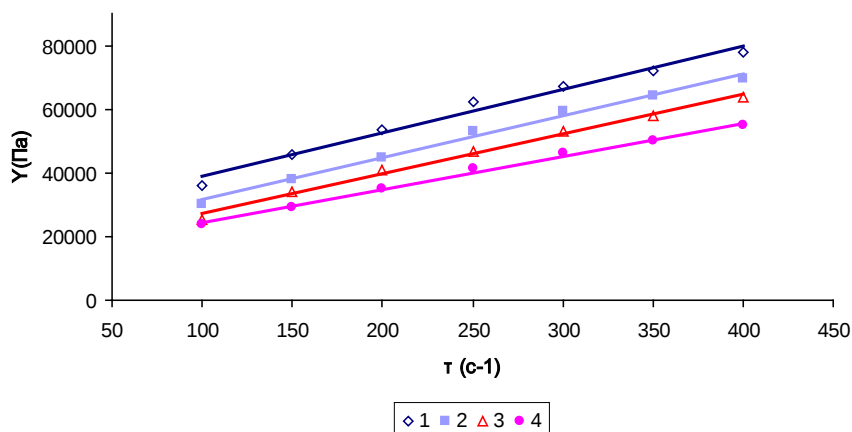


Рисунок 1 - Влияние скорости сдвига τ (с^{-1}), температуры расплава и длины капилляра (h) на напряжение сдвига Y (Па) СтироТЭП-65 (диаметр капилляра -1мм) 1 - 190 °C ($h=5$ мм), 2 - 190 °C ($h=30$ мм), 3 - 200 °C ($h=5$ мм), 4 - 200 °C ($h=30$ мм)

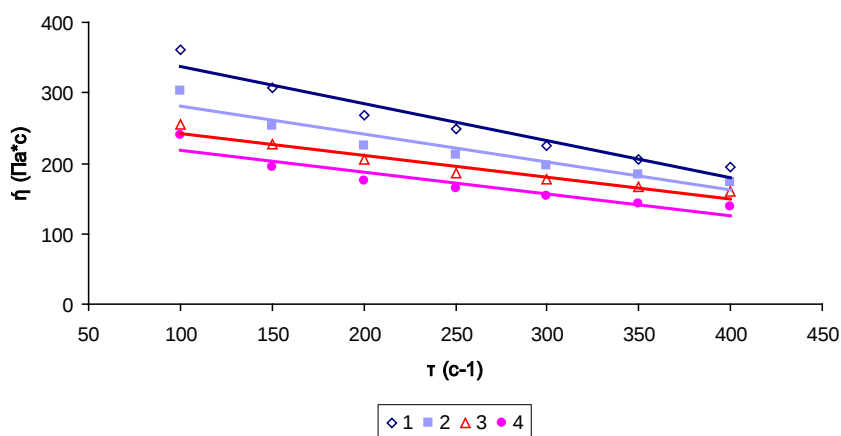


Рисунок 2 - Влияние скорости сдвига τ (с^{-1}), температуры и длины капилляра (h) на вязкость η (Па·с) расплава СтироТЭП-65 (диаметр капилляра – 1мм) 1-190 °C ($h=5$ мм), 2-190 °C ($h=30$ мм), 3-200 °C ($h=5$ мм), 4-200 °C ($h=30$ мм)

Далее была проведена оценка совместимости СтироТЭП-65 с ПММА.

С целью снижения хрупкости композиции на основе оргстекла ПММА 8N, а так же расширения области применения СтироТЭП-65, исследовалась их совместимость. Выбор оргстекла и СтироТЭП-65 в качестве компонентов смешения объясняется тем, что оба материала являются прозрачными. Основные показатели ПММА приведены в таблице 5.

Гранулы оргстекла и СтироТЭП-65 (5%) смешивали и распрессовывали в пластины толщиной 2 мм. Далее полученные образцы измельчали для проведения испытаний на установке ИИРТ-5М, предназначенной для определения показателя текучести расплава термопластов (ПТР) в соответствии с требованиями ГОСТ 11645-73 (при 190 и 200 °C).

Испытания на ударную вязкость проводили на приборе «Динстат», который предназначен для испытания образцов на ударный и статический изгиб по Шарпи (с надрезом). Результаты испытаний приведены в таблице 6.

Т а б л и ц а 5
Технические характеристики ПММА 8N
(по ISO 527, 179, 306, 75, 1133, 13458)

Наименование показателей	Параметры испытания	Показатели
Модуль упругости, МПа	1 мм/мин	3300
Нагрузка при разрыве, %	5 мм/мин	5,5
Ударная вязкость по Шарпи, кДж/м ²	23°C	20
Температура размягчения, °C	В/50	108
Температурная деформация при нагрузке, °C	0,45 МПа 1,8 МПа	103 98
Объем расплава, MVR, м ³ /10мин	320 °C/ 3,8 кгс	3
Светопропускание, %	D 65	92

Технические показатели ПММА 8N в присутствии СтироТЭП-65

Состав композиции	Текучесть расплава (ПТР), г/10мин			Ударная вязкость, кДж/м ²			Угол разрушения, град.
	сред.	max	min	сред.	max	min	
ПММА 8N (без добавок)	0,74	0,8	0,68	15	15	15	24
ПММА 8N + 5%, мас. СтироТЭП-65	1,96	6,34	1,34	31	60	7	15

Таким образом, уточнены реологические, упруго-прочностные свойства СтироТЭП-65 и дана оценка совместимости термоэластопласта с ПММА.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ткачев, А.В. Современные технологии анионной полимеризации мономеров [Текст] / А.В. Ткачев, В.А. Седых // Вестник ВГУИТ. - 2013. - №3. - С.143-156.

2 Седых, В.А. Технология производства каучуков растворной полимеризации [Текст]: учебное пособие / В.А. Седых, А.В. Гусев, В.В. Разумов и др. - Воронеж: ВГТА, 2010. - 308 с.

3 Термоэластопласты [Текст] / под ред. В.В. Моисеева. - М.: Химия, 1985. - 184 с.

4 Лобанов, А.В. Свойства блок-сополимера стирола и бутадиена марки «СтироТЭП-70» [Текст] / А.В. Лобанов, Д.В. Приаников, А.А. Алексеев мл., В.С. Осипчик // Успехи в химии и химической технологии. - 2012. - Т. 26. - №4. - С. 32-36.

5 Лобанов, А.В. Свойства бутадиен-стирольных блок-сополимеров [Текст] / А.В. Лобанов, А.А. Алексеев мл., В.С. Глуховской, В.С. Осипчик // Успехи в химии и химической технологии. - 2013. - Т. 27. - №3. - С. 82-86.

REFERENCES

1 Tkachev, A.V. Modern techniques of anionic polymerization of monomers [Text] / A.V. Tkachev, V.A Sedih // Bulletin of VSUET. - 2013. - №3. - P. 143-156

2 Sedih, V.A. Technology of production of rubber solution polymerization [Text]: tutorial / V.A. Sedih, A.V. Gusev, V.V. Razumov et al. - Voronezh: VSTA, 2010. - 308 p.

3 Thermoelastoplastic [Text] / ed V.V. Moiseev. - M.: Himiya, 1985. - 184 p.

4 Lobanov, A.V. Properties of the block copolymer of styrene and butadiene brand "Stiro-TEP-70" [Text] / A.V. Lobanov, D.V. Priyanikov, A.A. Alekseev Jr., V.S. Osipchik // Advances in Chemistry and Chemical Technology. - 2012. - V. 26. - №4. - P. 32-36.

5 Lobanov, A.V. Properties of the block copolymer of styrene and butadiene [Text] / A.V. Lobanov, A.A. Alekseev Jr., V.S. Gluhovskoy, V.S. Osipchik // Advances in Chemistry and Chemical Technology. - 2013. - V. 27. - №3. - P. 82-86.

Доцент Н.Б. Кузнецова, профессор П.Е. Кузнецов
(Курский государственный университет) кафедра химии

Квантово-химическая модель гормонов щитовидной железы как доноров и переносчиков электронов

На основе рентгеноструктурных данных из Protein Data Base и квантово-химических расчетов взаимодействия 3,3',5'-трийодтиронина (Т₃) с активным центром тиреоидного рецептора, с молекулами кислорода и АТФ предложен механизм действия гормонов щитовидной железы с биомитохондриями. Он заключается в том, что при взаимодействии Т₃, Т₄ с биомитохондриями происходит перенос электрона, а Т₃, Т₄ могут выступать в качестве его доноров или акцепторов. Являясь переносчиками электронов, Т₃, Т₄ могут взаимодействовать с молекулами, находящимися в триплетном состоянии (О₂, АТФ, тиреоидный рецептор).

A new mechanism of interaction of thyroid gland hormones with biotargets is offered on the basis of X-ray structural data from Protein Data Base and quantum-chemical computation of 3,3',5'-triiodothyronine (Т₃) interaction with the active center of thyroidal receptor as well as with oxygen molecules and ATP. The nature of the mechanism is that when Т₃ and Т₄ interact with biotargets, a transportation of electron occurs, and Т₃ and Т₄ can act as donors and acceptors of electron. Being electron carriers, Т₃ and Т₄ can interact with molecules that are in triplet state (О₂, ATP, thyroidal receptor).

Ключевые слова: трийодтиронин, тиреоидный рецептор, механизм действия, квантово-химическая модель.

Экспериментальные данные показывают, что тиреоидные гормоны влияют на сердечнососудистую, нервную, дыхательную системы [7]. Анализ этих данных с позиций молекулярных механизмов указывает, что все они могут быть объяснены тремя взаимодействиями тиреоидных гормонов: с ядерными рецепторами, с биомитохондриями в окислительных реакциях и с мембранными белками. Опишем кратко все три вида взаимодействия.

Рецепторы Т₃, Т₄ (тироксина) относятся к ядерным рецепторам. Взаимодействуя с лигандами, они регулируют экспрессию генов, управляя синтезом белков. Эффект Т₃, Т₄ зависит от продолжительности их связывания с рецептором и числа связанных рецепторов [1]. Показано, что рецепторы Т₃ и ретиноевой кислоты взаимодействуют и образуют более активный гетеродимер [5]. Связывание Т₃ с рецептором блокирует его ингибирующее влияние [2].

Тиреоидные гормоны оказывают стимулирующее воздействие на синтез жирных кислот, при этом значительно увеличивается скорость поглощения кислорода. Увеличивается катаболическое окисление липидов и холестерина, что также требует больших затрат кислорода. Отмечается калоригенное действие

тиреоидных гормонов [7], что может быть связано с усилением процессов окисления и фосфорилирования в реакции окислительного фосфорилирования. Т₃, Т₄ повышают потребление митохондриями кислорода, повышают в них теплообразование, обнаруживается «утечка» протонов через внутреннюю мембрану митохондрий, увеличивается синтез АТФ, митохондриальное дыхание может усиливаться в 2 раза, увеличивается площадь поверхности внутренних мембран митохондрий [1, 2]. Объясняются эти эксперименты влиянием Т₃, Т₄ на липидный состав мембран, усилением эффективности трансмембранного насоса, усилением проницаемости мембран для ионов Са⁺⁺, что активирует фермент малатдегидрогеназу и процессы дыхания. Однако отмечается, что неизвестны места связывания Т₃, Т₄ в митохондриях.

Т₃, Т₄ влияют на активность Na⁺/K⁺-насоса за счет усиления проницаемости мембран и увеличивают активность Na⁺/K⁺ - АТФазы, которая гидролизует АТФ в присутствии Na⁺ и K⁺ (также окислительный процесс). Также увеличивается перенос в клетку кальция, что является результатом стимуляции гормонами Са⁺⁺АТФазы [1, 2].

Таким образом, на молекулярном уровне все многообразие экспериментальных данных можно объяснить тремя взаимодействиями Т₃,

T₄: с ядерным рецептором, с молекулой кислорода в окислительных реакциях и с молекулой АТФ мембранных белков. Исследованию этих взаимодействий и посвящена настоящая статья.

Наши исследования, основанные лишь на изучении электронной структуры, показали, что T₃, T₄ обладают необычными свойствами – свойствами доноров и переносчиков электронов. Ниже приводятся расчетные данные по трем вышеперечисленным взаимодействиям гормонов T₃, T₄ как доноров и акцепторов электронной плотности.

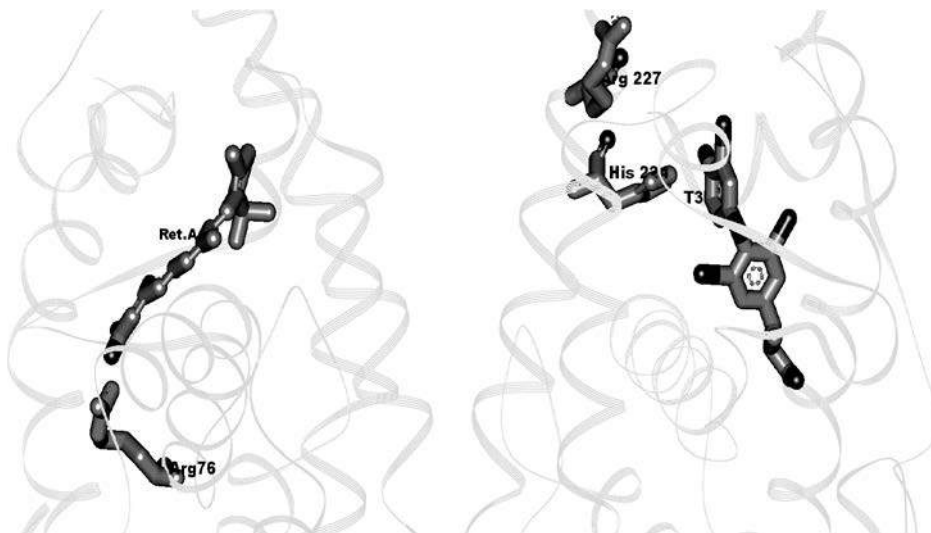


Рисунок 1 - Рентгеноструктурные данные комплекса (гетеродимера) T₃, тиреоидного рецептора и ретиноевой кислоты, ретиноевого рецептора

Активный центр тиреоидного рецептора с зарядом +2 содержит две активные аминокислоты – гистидин-224 и аргинин-227. Можно предположить, что активный центр является акцептором электронной плотности.

Исследования Protein Data Base показали, что для активации ядерного тиреоидного рецептора и последующей транскрипции с гена необходимо связывание ретиноевой кислоты с гетерорецептором [5].

Расчеты проводились программами HyperChem 7e [6], Discovery Studio Client v2.5.0.9164 [4]. Наши квантово-химические исследования комплекса активного центра тиреоидного рецептора и гормона T₃ указывают, что при этом взаимодействия между ними и переноса электронной плотности не происходит. При этом учитывалось, что основное состояние активного центра – триплетное. Проведенные различными методами (PM₃, Minimal (STO-3G)) расчеты, показали, что синглетное состояние активного центра рецептора в виде цвиттер-иона не существует, т.к. отсутствует сходимость в процедуре самосогласования.

В Protein Data Base [5] содержатся определенные рентгеноструктурным анализом координаты атомов лиганд связанных гетеродимеров рецепторов T₃ гормона и ретиноевой кислоты. Исследование структуры комплекса гормона T₃ показало, что его взаимодействие происходит с гистидином тиреоидного рецептора, т.к. его гидроксильная группа образует водородную связь с атомом водорода гистидина длиной 1,82 Å (рисунок 1). Соответственно, ретиноевая кислота в комплексе с ретиновым рецептором образует водородную связь с аргинином-76.

Далее исследовалось влияние ретиноевой кислоты. Рассматривалась упрощенная модель, которая описывает взаимодействие T₃ с гетеродимером и ретиноевой кислотой в виде комплекса ретиноевой кислоты с активным центром тиреоидного рецептора и гормоном T₃ (рисунок 2). Модель комплекса сформирована в соответствии с рентгеноструктурными данными: активный центр рецептора находится в виде цвиттер-иона, T₃ содержит концевые группы COO⁻ и NH₂, ретиноевая кислота образует водородную связь с аргинином и содержит группу COOH. Расстояние между атомом кислорода гидроксильной группы и атомом водорода гистидина рецептора равно длине водородной связи.

Распределение спиновой и зарядовой плотности в комплексе после взаимодействия показывает, что в каждой из областей, отмеченных на рисунке 2 пунктиром, находится на валентной оболочке по одному электрону с параллельными спинами. До взаимодействия электроны с параллельными спинами находились на рецепторе. Следовательно, произошло перераспределение электронов. Так, заряд на T₃ до взаимодействия был равен (-1), а после – равен нулю.

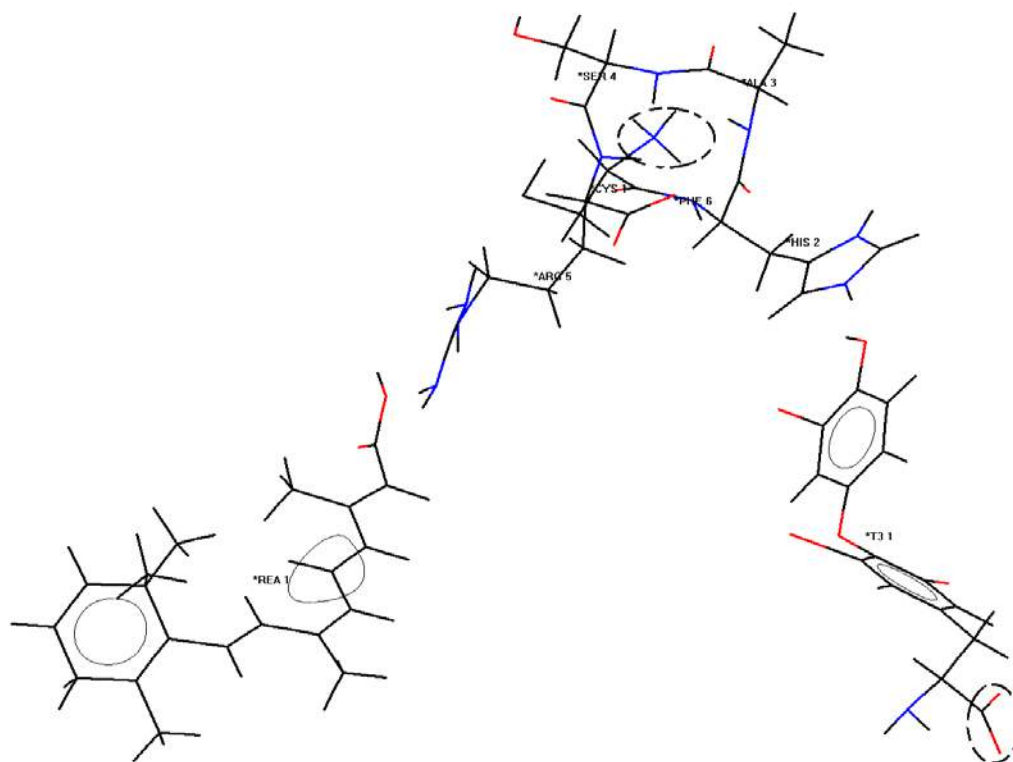


Рисунок 2 - Комплекс гормона T_3 с активным центром тиреоидного рецептора и ретиноевой кислотой

Следовательно, электрон перераспределится с гормона на рецептор. Соответственно, на активном центре рецептора до взаимодействия заряд был равен (+2), а после – (+1). Таким образом, присоединение к комплексу ретиноевой кислоты потенцирует перенос электрона с гормона T_3 на тиреоидный рецептор.

Таким образом, гормон T_3 , как донор электрона, переносит электрон на рецептор и этим активирует его. Расчеты показали, что перенос электрона термодинамически выгоден.

Предложенный механизм действия тиреоидных гормонов как доноров электронов объясняет экспериментальные данные по ядерным тиреоидным рецепторам. Так, одновременное связывание T_3 и ретиноевой кислоты с ядерным рецептором активирует его путем переноса электрона, что ведет к последующему связыванию с соответствующим промотором и к активации экспрессии генов.

Взаимодействие с молекулой кислорода описано далее. Основное состояние молекулы кислорода – триплетное.

Известно, что T_3 , T_4 стимулируют образование активных форм кислорода [1]. Проанализируем механизм взаимодействия гидроксила T_3 с кислородом на примере реакции окислительного фосфорилирования. Цитохромоксидаза в комплексе с кислородом является конечным звеном в цепи переноса электронов в реакции окис-

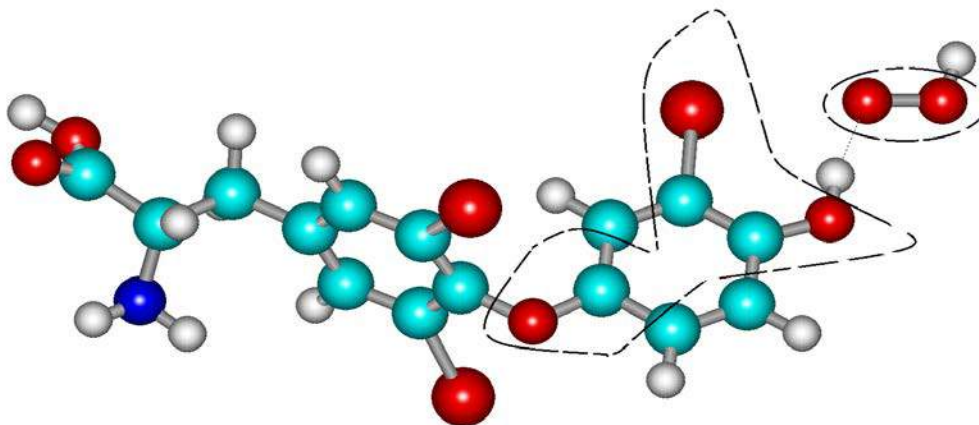
лительного фосфорилирования и катализирует перенос четырех электронов на кислород с образованием двух молекул воды. Четыре иона водорода H^+ поступают из водной среды.

Таким образом, вполне вероятно, что гормоны щитовидной железы могут образовывать комплекс с кислородом цитохромоксидазы, а после присоединения протона к кислороду через водородную связь инициировать перенос электрона от молекулы гормона на молекулу кислорода, усиливая митохондриальное дыхание.

При этом молекула гормона рассматривается в качестве донора электронов, а молекула кислорода – в качестве акцептора.

На первом этапе исследований был изучен комплекс трийодтиронина с триплетным молекулярным кислородом. Установлено, что комплекс (трийодтиронин--- $^3O=O$) образуется с помощью водородной связи, но перераспределения спина в нем не происходит.

Рассмотрим, как преобразуется комплекс при присоединении к нему протона (трийодтиронин--- $^3O=O$ --- H^+). На рисунке 3 представлена структура комплекса. В каждой из областей, отмеченных на рисунке пунктиром, находится на валентной оболочке по одному электрону с параллельными спинами. До взаимодействия электроны с параллельными спинами находились на молекуле кислорода.

Рисунок 3 - Структура комплекса (трийодтиронин--- $^3\text{O}=\text{O}$ --- H^+)

Расчеты показали, что молекула трийодтиронина трансформируется в катион-радикал (заряд – (+1), спин – (+1/2)), происходит перераспределение электронной плотности и перенос электрона на молекулу кислорода. Расчеты подтвердили термодинамическую разрешенность процесса.

Таким образом, продуктами переноса электрона с молекулы трийодтиронина на молекулярный кислород цитохромоксидазы являются катион-радикал трийодтиронина и пероксирадикал. В определенных условиях катион-радикал может восстанавливаться до трийодтиронина, вновь образовывать комплекс с кислородом цитохромоксидазы и инициировать перенос электрона на молекулу кислорода. Следовательно, молекула трийодтиронина может выступать катализатором описанной реакции, являясь, в сущности, переносчиком электронов. Пероксирадикал в результате реакций дисмутации может превращаться в другие активные формы кислорода [1].

Аналогичный механизм взаимодействия с молекулой кислорода может быть характерен и для гормона тироксина, что подтверждается аналогичными квантово-химическими расчетами. Расчеты показали, что T_3 быстрее переносит электрон на кислород, чем T_4 , этим и объясняется меньшая активность T_4 .

Предлагаемый биохимический механизм тироксина и трийодтиронина соответствует известным экспериментальным данным, в частности представлению о том, что гормоны щитовидной железы являются стимуляторами энергетического метаболизма, способствуя повышению скорости переноса электронов, а, следовательно, ускорению синтеза АТФ в реакции окислительного фосфорилирования. Гормоны щитовидной железы, взаимодействуя с кислородом цитохромоксидазы, инициируют

перенос электронов и образование дополнительной цепи переноса электронов.

Известно, что гормоны вызывают индукцию набухания митохондрий [1], которая может быть инициирована формированием дополнительной цепи переноса электронов, стимулируемой гормонами щитовидной железы, и вследствие этого, увеличением числа компонентов мембраны.

Кроме того, предлагаемая схема объясняет увеличение образования активных форм кислорода, которые могут элиминироваться вследствие генерации пероксирадикала.

Таким образом, обсуждаемый возможный механизм биохимического действия гормонов щитовидной железы не противоречит известным экспериментальным данным. Более того, становятся объяснимыми такие факты, как стимулирование энергетического метаболизма, увеличение скорости переноса электронов в реакции окислительного фосфорилирования, образование активных форм кислорода, индукция набухания митохондрий, «утечка» протонов через внутреннюю мембрану митохондрий и другие данные.

Главный результат действия тиреоидных гормонов состоит в увеличении скорости основного обмена. До сих пор остается неизвестным, как тиреоидные гормоны регулируют скорость основного обмена. Изучение этой проблемы с позиций теоретической химии, электронного строения вещества и анализа биохимических свойств тиреоидных гормонов методами квантовой химии позволяет рассматривать данные соединения в качестве эффективных химических переносчиков электронов, увеличивающих скорость окислительных реакций.

Таким образом, объясняется уникальность эффекта тиреоидных гормонов, которые осуществляют мощную регуляторную функ-

цию, присутствуя в биообъектах в малых концентрациях. При этом выраженность эффекта объясняется тем, что молекулы тиреоидных гормонов являются катализаторами переноса электронов, когда одна молекула инициирует перенос потока электронов.

Опишем взаимодействие с мембранными белками. Известно, что T_3 стимулируют Na^+/K^+ - АТФазу и Ca^{++} АТФазу [1]. С позиций молекулярных механизмов это можно объяснить взаимодействием T_3 с АТФ. Расчеты показали, что триплетное состояние АТФ с зарядом (-4) устойчивее синглетного состояния. Таким образом, при взаимодействии АТФ с T_3 возможен перенос электрона. На рисунке 4 представлен комплекс $[T_3-H^+ - {}^3\text{АТФ}]$, образованный с помощью водородной связи между

NH_3^+ -группой протонированного T_3 и NH_2 -группой АТФ. Из анализа распределения спиновой плотности в этом комплексе следует, что в комплексе происходит перенос электрона с молекулы АТФ на гормон T_3 . Термодинамически такой процесс является разрешенным.

В результате молекула АТФ трансформируется в реакционноспособный анион-радикал (что ускоряет гидролиз), а T_3 является акцептором электрона. В результате T_3 выступает в качестве катализатора в реакции гидролиза АТФ АТФазой. Более того, известно, что гидролиз АТФ Са-АТФазой невозможен без присоединения двух ионов Ca^{2+} [3], которые, видимо, являются акцепторами электронов как и T_3 в данном случае. Т.е. T_3 выполняет роль Ca^{2+} и ускоряет реакцию гидролиза АТФ.

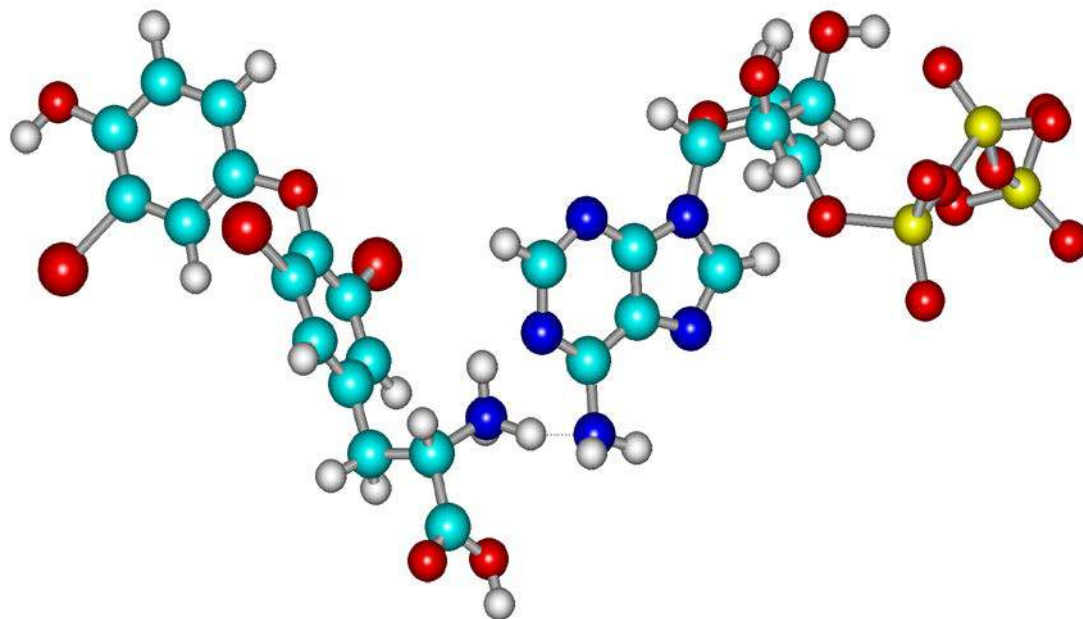


Рисунок 4 - Структура комплекса $[T_3-H^+ - {}^3\text{АТФ}]$

Таким образом, гормоны щитовидной железы могут выступать как в качестве донора, так и в качестве акцептора электронов в процессах переноса электронов, являясь по сути переносчиками электронов. С ними могут взаимодействовать молекулы, находящиеся в триплетном состоянии: ядерные рецепторы T_3 , T_4 ; молекулы кислорода и АТФ и т.д. Этим и объясняется все многообразие воздействия этих гормонов на организмы, причем одна молекула T_3 или T_4 может множество раз катализировать различные реакции переноса электрона, при этом ее структура остается неизменной. Этим и объясняется гормональные эффекты T_3 , T_4 , когда их малое количество оказывает выраженное воздействие на клетки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 База знаний по биологии человека. TR (рецептор тиреоидного гормона c-erbA) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: humbio.ru/humbio/01122001/tr_sv2/00023140. – Загл. с экрана.
- 2 Биология и медицина TR (рецептор тиреоидного гормона c-erbA) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.medbiol.ru/medbiol/01122001/tr_sv2/00023140. – Загл. с экрана.
- 3 Лекции по медицинской и биологической физике – файл Кальциевый насос животной клетки.doc [Электронный ресурс]. – Режим доступа: gendocs.ru/v1658/?cc=5. – Загл. с экрана.

4 Discovery Studio Client v2.5.0.9164 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.accelrys.com/>. – Загл. с экрана.

5 Protein Data Base [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.rcsb.org/pdb/home/home.do. - Загл. с экрана.

6 Hyper Chem Release 7 for Windows [Текст]. - HyperCube, 2002. - 860 p.

7 Brent, G.A Mechanisms of thyroid hormone action [Text] / GA Brent // The Journal of Clinical Investigation. - 2012. - № 9. - V. 122. – P. 3035-3043.

REFERENCES

1 Knowledge base on human biology. TR (thyroid hormone receptor c-erbA) [Electronic resource]. - Access mode: humbio.ru/humbio/01122001/tr_sv2/00023140. - Title screen.

2 Biology and medicine TR (thyroid hormone receptor c-erbA) [Electronic resource]. - Access mode: www.medbiol.ru/medbiol/01122001/tr_sv2/00023140. - Title screen.

3 Lectures on medical and biological physics - file Calcium pump animal cell.doc [Electronic resource]. - Access mode: [gendocs.ru/v1658 /?Cc = 5](http://gendocs.ru/v1658/?Cc=5). – Title screen.

4 Discovery Studio Client v2.5.0.9164 [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.accelrys.com/>. – Title screen.

5 Protein Data Base [Electronic resource]. - Access mode: www.rcsb.org/pdb/home/home.do. - Title screen.

6 Hyper Chem Release 7 for Windows [Text]. - HyperCube, 2002. - 860 p.

7 Brent, G.A Mechanisms of thyroid hormone action [Text] / GA Brent // The Journal of Clinical Investigation. - 2012. - № 9. - V. 122. – P. 3035-3043.

УДК 678.762.2

Аспирант М.А. Провоторова, профессор С.С. Никулин

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, тел. (473) 249-60-24

Влияние природы коагулирующих агентов и волокнистой добавки на основе полиакрилонитрила на процесс выделения каучука из латекса

В работе рассмотрены вопросы применения волокнистой добавки на основе полиакрилонитрила в технологии выделения каучука СКС-30 АРК из латекса. Применение данной добавки позволяет на 15-25 % снизить расход коагулирующего агента на основе хлоридов натрия, магния, алюминия.

The paper discusses the issues of application of fiber supplements based on polyacrylonitrile in the technology of isolation rubber SKS-30 ARK from latex. The use of this additive allows a 15-25% reduction in the consumption of coagulating agent based on chlorides of sodium, magnesium, aluminum.

Ключевые слова: коагулирующие агенты, коагуляция, полиакрилонитрильное волокно.

Современный уровень развития промышленности предполагает использование большого количества материалов различного происхождения. К таким предприятиям относятся предприятия текстильной промышленности. В процессе производства образуется большое количество отходов, которые не находят своего применения.

В настоящее время большое внимание уделяется применению в резинотехнических композициях в качестве наполнителей волокон различного происхождения. Сырьевые источники для получения волокнистых наполнителей практически безграничны. Большое количество волокон и волокнистых материалов в качестве отходов образуются на текстильных предприятиях, швейных мастерских и других. Годовой объем отходов, содержащих волокна и нити, достигает десятки тысяч тонн. Однако и до настоящего времени большое количество отходов от производства и использования волокнистых материалов не нашли своего применения. Поэтому поиск наиболее перспективных направлений по их применению является важной и актуальной задачей [1].

В промышленности волокнистые наполнители вводят на вальцах в процессе приготовления резиновых смесей. Однако такой способ ввода не позволяет достичь равномерного распределения волокнистого наполнителя в объеме резиновой смеси, что в свою очередь отражается в дальнейшем на физико-механических показателях вулканизатов.

Одной из основных стадий технологического процесса производства эмульсионных каучуков является выделение их из латексов с использованием водного раствора хлорида натрия и подкислением коагулируемой системы раствором серной кислоты [2]. Основным недостатком данного коагулирующего агента - высокий расход, составляющий 180-250 кг/т каучука. Это приводит к значительному загрязнению сточных вод, сбрасываемых в канализацию из цехов выделения хлоридом натрия, серной кислотой и другими компонентами эмульсионной системы. Очистить сточные воды от хлорида натрия на очистных сооружениях не представляется возможным. Сбрасываемый в природные водоемы водно-солевой раствор с очистных сооружений загрязняет почву и грунтовые воды. Поэтому с момента организации производства эмульсионных каучуков ученые активно совершенствуют технологии выделения каучуков из латексов, включающие поиск новых коагулирующих агентов [3].

В литературных источниках [1, 4] описано много коагулирующих агентов как неорганического, так и органического происхождения. Однако возникающие проблемы по применению их в реальных промышленных масштабах являются решающим сдерживающим фактором. Так, водные растворы белковых коагулянтов обладают невысокой стабильностью, особенно при повышенных температурах. Разложение белков протекает с выделением вредного и неприятного запаха, приводящего к загазованности производственных поме-

щений. Другие коагулирующие агенты обладают высокой дефицитностью, стоимостью, что делает их малоперспективными для реально действующего технологического процесса. Поэтому и до настоящего времени в производстве эмульсионных каучуков в качестве основного коагулирующего агента используется хлорид натрия при температурном режиме процесса выделения 50-65 °C [2].

Анализируя имеющиеся литературные данные, производственно-технический опыт работы цехов выделения, пришли к выводу, что наиболее перспективными коагулирующими агентами служат соли поливалентных металлов. Результаты опубликованных исследований показывают [2], что применение в технологическом процессе выделения каучуков из латексов солей двух и трехвалентных металлов позволяет резко снизить их расход. Имеющиеся литературные данные относятся к исследованиям, которые были проведены 20-30 лет тому назад. Замена вредных и токсичных эмульгаторов на менее токсичные и менее стойкие к биологическому разрушению привело и к изменению устойчивости коллоидных систем. Однако эти изменения не нашли своего отражения в последующих исследованиях по влиянию природы эмульгирующих систем на расход коагулирующих агентов на основе поливалентных металлов.

В настоящее время в промышленных масштабах при производстве эмульсионных бутадиен-стирольных каучуков в качестве эмульгирующих агентов широко применяются мыла на основе таллового масла, диспропорционированной канифоли и солей жирных кислот при разном их соотношении.

Представило интерес изучить влияние волокнистого наполнителя на основе полиакрилонитрила на процесс коагуляции в присутствии не только общеизвестного коагулирующего агента (хлорида натрия), но и в присутствии других коагулирующих агентов, таких как хлорид магния, хлорид алюминия.

Цель исследования – изучение влияния волокнистой добавки на основе полиакрилонитрила, вводимого в латекс бутадиен-стирольного каучука марки СКС-30 АРК в присутствии различных коагулирующих агентов, на процесс выделения и свойства получаемых резиновых смесей и вулканизатов.

Процесс выделения каучука из латекса изучали на установке, представляющей собой емкость, снабженную перемешивающим устройством и помещенную в термостат для поддержания заданной температуры. В коагулятор загружали 20 мл латекса СКС-30 АРК

(сухой остаток ~ 18 %), термостатировали при заданной температуре 15-20 минут, после чего вводили водный раствор коагулирующего агента. В качестве коагулирующих агентов выбраны хлорид натрия (18 % мас.), хлорид магния (6 % мас.), хлорид алюминия (10 % мас.). Волокнистый наполнитель (полиакрилонитрильное волокно) вводили в латекс на разных стадиях процесса коагуляции. рН коагуляции выдерживалась во всех случаях постоянной около 2,0 за счет ввода водного раствора серной кислоты с концентрацией 1-2 % мас. Волокнистый наполнитель на основе полиакрилонитрильного волокна вводился: без обработки (сухой); смоченный водой; смоченный раствором таллового мыла; раствором коагулирующего агента; раствором подкисляющего агента.

Анализ экспериментальных данных показал, что ввод волокон без какой-либо предварительной обработки (сухими) или смоченными водой не приносит должного эффекта. Обработка раствором таллового мыла оказывает более благоприятное воздействие на процесс выделения каучука из латекса. Однако применение раствора таллового мыла сопровождается дополнительными материальными и экономическими затратами. Обработка волокна коагулирующим агентом приводит к небольшому снижению выхода коагулюма. Это, вероятно, связано с тем, что часть коагулирующего агента захватывает волокно и не принимает участия в процессе коагуляции. Обработка серной кислотой приводит к увеличению выхода коагулюма.

В дальнейшем было изучено влияние содержания полиакрилонитрильного волокна на процесс коагуляции при введении его в латекс перед подачей на коагуляцию. Полиакрилонитрильное волокно вводили с длиной 2, 5, 10 мм при дозировке 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1,0 % мас. на каучук. Анализ полученных данных показал, что при всех рассматриваемых содержаниях волокна наблюдается увеличение выхода крошки каучука. Это может быть связано как с дополнительным введением волокнистого наполнителя, так и со снижением потерь каучука в виде образующейся в процессе выделения мелкодисперсной крошки. Наилучшая дозировка волокнистого наполнителя составляет 0,3-0,7 % мас. на каучук. В случае какой-либо технической необходимости дозировка волокнистого наполнителя может быть увеличена до 1,0 % мас. на каучук и более. Однако при использовании волокнистого наполнителя с дозировкой более 1 % мас. на каучук его целесообразно вводить в процесс коагуляции совместно с серумом.

Влияние расхода коагулирующих агентов на полноту выделения каучука из латекса СКС-30 АРК

Наименование	Расход хлоридов натрия/магния/алюминия, кг/т каучука			
	50	75	100	125
	5	10	15	20
	1	3	5	7
Выход крошки каучука, % мас.,	56	78	90	93
	40	62	95	97
	72	87	93	97

Примечание: расход полиакрилонитрильного волокна 0,5% мас. на каучук; температура коагуляции 20 °С; расход хлорида натрия без применения полиакрилонитрильного волокна составил 150 кг/т каучука, хлорида магния – 20 кг/т каучука, хлорида алюминия 10 кг/т каучука

Из рассмотренных длин волокнистого наполнителя наилучшими являются 2-5 мм, при длине волокна более 5 мм равномерность его распределения в каучуковой матрице ухудшается.

В дальнейшем на основе полученных образцов каучука СКС-30 АРК, содержащего полиакрилонитрильное волокно (длиной 2 мм, дозировкой 0,5 % мас. на каучук), были приготовлены резиновые смеси, и исследованы физико-механические свойства вулканизатов. Резиновые смеси готовили согласно общепринятым требованиям с использованием ингредиентов стандартной резиновой смеси.

Анализ полученных данных показал, что введение волокнистого наполнителя не оказывает значительного влияния на показатели вулканизатов и они соответствуют предъявляемым требованиям.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование волокнистой добавки на основе полиакрилонитрильного волокна при получении бинарного коагулянта позволяет снизить расход солевого компонента и уменьшить нагрузки на очистные сооружения, так как соли металлов не подвергаются очистке и сбрасываются в природные водоемы, нанося непоправимый ущерб экологии нашего региона.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Никулин, С.С. Композиционные материалы на основе бутадиен-стирольных каучуков [Текст] / С.С. Никулин, И.Н. Пугачева, О.Н. Черных. - М.: «Академия Естествознания», 2008.
- 2 Аверко-Антонович, Л.А. Химия и технология синтетического каучука [Текст] / Л.А. Аверко-Антонович и др. - М.: Химия, КолосС, 2008.
- 3 Никулин, С.С. Выделение бутадиен-стирольных каучуков из латексов сополимером диметилдиаллиламмоний хлорида с SO₂ [Текст] / С.С. Никулин, В.Н. Вережников, Т.Н. Пояркова // Журнал прикладной химии. - 2001. - Т. 74. - Вып. 7. - С. 25-28.
- 4 Никулин, С.С. Коагуляция бутадиен-стирольного латекса поли-N,N-диметил-2-оксипропилен аммоний-хлоридом [Текст] / С.С. Никулин, Т.Н. Пояркова, М.В. Мисин // Журнал прикладной химии. - 2004. - Т. 77. - Вып. 6. - С. 2-6.

REFERENCES

- 1 Nikulin, S.S. Composite materials based on styrene-butadiene rubbers [Text] / S.S. Nikulin, I.N. Pugachev, O.N. Chernyh. - M.: "Academiya estestvoznaniya", 2008.
- 2 Averko-Antonovich, L.A. Chemistry and technology of synthetic rubber [Text] / L.A. Averko-Antonovich et al. - M.: Himiya, ColoSS, 2008.
- 3 Nikulin, S.S. Isolation of styrene-butadiene copolymer rubber from latex dimethyldiallylammonium with SO₂ [Text] / S.S. Nikulin, V.N. Verezhnikov, T.N. Poyarkova // Journal of Applied Chemistry. - 2001. - V. 74. - №7. - P. 25-28.
- 4 Nikulin, S.S. Coagulation of styrene-butadiene latex poly-N, N-dimethyl-2-oksipropilenammony chloride [Text] / S.S. Nikulin, T.N. Poyarkova, M.V. Misin // Journal of Applied Chemistry. - 2004. - V. 77. - №6. - P. 2-6.

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

УДК 577.154.31

Профессор В.С. Григоров, доцент А.Н. Яковлев,
доцент С.Ф. Яковлева
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра биохимии и биотехнологии,
тел. (473) 255-55-57

Гидролиз крахмала термо- и рН-стабильной глюкоамилазой при изменении физико-химических факторов

Изучена закономерность изменения скоростей ферментативных реакций в зависимости от различных температур, величин рН среды при образовании и распаде фермент-субстратного комплекса. Установлено, что кинетика гидролиза крахмала под действием термо- и рН-стабильных глюкоамилаз носит сложный характер, о чем свидетельствует изменение величины K_m , которая служит мерой сродства фермента к субстрату, активные центры исследуемых глюкоамилаз и крахмал претерпевают конформационные изменения при рН 4,0-5,0; 4,5-5,5 и температуре 60-65 °С.

Regularity of the change rate of the enzymatic reactions depending on different temperatures, pH values in the formation and decay of the enzyme-substrate complex was investigated. Found that the kinetics of hydrolysis of starch by the action of heat and pH stable glucoamylases is complex as evidenced by the change in the value K_m , which is a measure of the affinity of the enzyme to the substrate, active centers studied glucoamylases and starch undergo conformational changes at pH 4,0-5,0; 4,5-5,5 and a temperature of 60-65 °C.

Ключевые слова: гидролиз крахмала, концентрация субстрата, фермент, температура, рН-среды.

Важными факторами, влияющими на скорость ферментативной реакции, являются концентрация субстрата и фермента, температура и рН-среды.

Особенности протекания реакции гидролиза при использовании мезофильных ферментов для гидролиза крахмала отражены в литературных источниках [1].

Однако отсутствуют данные о гидролизе крахмала термо- и рН-стабильными глюкоамилазами, полученными из термотолерантных штаммов рода *Rhizopus* и *Aspergillus*.

Целью настоящей работы явилось изучение закономерностей изменения скоростей ферментативных реакций в зависимости от различных температур, величин рН среды при образовании и распаде фермент-субстратного комплекса.

Объектами исследования были термостабильные глюкоамилазы (ГЛА), полученные из термотолерантных штаммов: *R. Pygmaeus* Р₁ [2] и *Asp. Avamori* ВУДТ-2 [4], очищенные по методу [3] с удельной активностью 280 ед./мг белка. Скорость гидролиза крахмала в зависимости от его концентрации

определялась при значениях рН 2,5-6,5 и температуре 30-65 °С. Концентрация крахмала изменялась в возрастающем порядке от 2 до 4 %. Высокоочищенные глюкоамилазы вносились в субстрат из расчета 0,4-2,0 ед./100 мг крахмала.

Установлено, что изменение концентрации субстрата в указанных пределах при температуре 30-40 °С и рН 5,0 мало влияют на скорость ферментативной реакции. С повышением температуры скорость реакции, как функция концентрации субстрата, выражается гиперболическими кривыми (рисунок 1) в соответствии с уравнением Михаэлиса-Ментен:

$$V = \frac{V_{\max}}{1 + \frac{K_m}{[S]}} \quad (1)$$

где V – скорость реакции при $[S]$;

$V_{\max}$ – достигаемая полным насыщением фермента субстратом;

K_m – константа Михаэлиса.

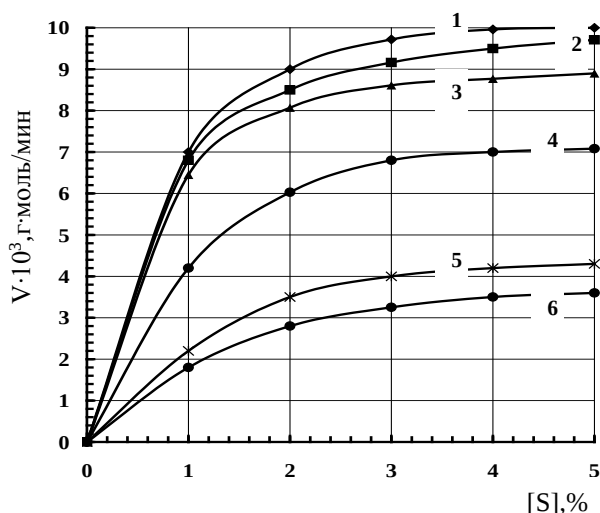


Рисунок 1 - Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации крахмала при pH 4,5 и температуре °C: 1 – 65; 2 – 60; 3 – 55; 4 – 50; 5 – 40; 6 – 30.

K_m определяет меру средства ферментов с субстратом: чем больше возможность образования фермент-субстратного комплекса, тем меньше величина K_m , которая численно равна концентрации субстрата, при которой $V = 0,5 \cdot V_{max}$ [1]. Определение $V = f([S])$ позволило вычислить K_m для ГлА *R. Pygmaues* P₁ и *Asp. Avamori* ВУДТ-2 при температуре 60 и 65 °C.

Различными авторами предлагаются разные методы определения K_m [1]. Если построить график зависимости начальной скорости реакции от концентрации крахмала, то можно определить V_{max} . По этому же графику находится $[S]$ при скорости равной $0,5 \cdot V_{max}$. Однако наибольшая трудоемкость в этом методе связана с определением V_{max} , так как нельзя точно установить предельное значение скорости реакции.

Для определения K_m применялся графический метод [1], так как в нем используется линейная форма уравнения для равнобочной гиперболы.

График зависимости обратных величин скорости реакции и концентрации субстрата представляет из себя прямую, и в обратной форме уравнения имеет вид:

$$\frac{1}{V} = \frac{1}{V_{max}} + \frac{K_m}{V_{max} \cdot [S]} \quad (2)$$

Данное уравнение прямой с наклоном K_m / V_{max} дает возможность на оси ординат отсечь отрезок $1 / V_{max}$. По этому графику определена величина K_m для ГлА_(1, 2) микромицетов. Изменение величины K_m в зависимости от pH среды и температуры представлено в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Изменение величины K_m в зависимости от pH и температуры

t °C	pH							
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
60	<u>0,55</u>	<u>0,39</u>	<u>0,30</u>	<u>0,13</u>	<u>0,14</u>	<u>0,17</u>	<u>0,20</u>	<u>0,28</u>
	0,76	0,58	0,41	0,22	0,17	0,18	0,22	0,29
65	<u>2,81</u>	<u>0,88</u>	<u>0,67</u>	<u>0,19</u>	<u>0,20</u>	<u>0,31</u>	<u>0,47</u>	<u>0,92</u>
	3,25	1,05	0,80	0,59	0,48	0,50	0,52	1,10

Числитель – K_m ГлА *R. Pygmaues* P₁

Знаменатель – K_m ГлА *Asp. Avamori* ВУДТ-2.

Из данных таблицы 1 видно, что K_m при 60 и 65 °C для ГлА микромицетов имеет наименьшее значение при pH 4,0-5,0, а для ГлА (2) при pH 4,5-5,5, что указывает на оптимальные условия образования фермент-субстратного комплекса.

Повышение температуры до 67 °C приводит к частичной термической инактивации ГлА (1), особенно при низком значении pH, на что указывает величина K_m . Изменение K_m в зависимости от температуры (X_1) и pH (X_2) для ГлА *R. Pygmaues* P₁ (y_1) и *Asp. Avamori* ВУДТ-2 (y_2) можно описать уравнениями регрессии следующего вида:

$$y_1 = -15,13 + 0,35X_1 + 0,56X_2 - 0,055X_1X_2 + 0,32X_2^2 \quad (3); \quad y_2 = -15,37 + 0,36X_1 + 0,11X_2 - 0,0051X_1X_2 + 0,33X_2^2 \quad (4).$$

Увеличение концентрации крахмала до 3,5-4,0 % сдвигает температурный оптимум действия ферментов в область более высоких температур (60-65 °C). Особенно это проявляется при pH 4,0-4,5.

Из элементарных математических функций наиболее удобной и близкой к экспериментальным кривым (рисунок 1) является экспонента с соответствующим показателем степени. Поэтому кривые зависимости скорости ферментативной реакции от концентрации крахмала можно представить в виде:

$$V = V_{max} \cdot (t) \left[1 - e^{-K_m(pH, t)[S]} \right] \quad (5)$$

Как видно из рисунка 1 максимальная скорость (V_{max}), достигаемая полным насыще-

нием фермента субстратом, является функцией $V_{\max} = f(t^0)$, график которой можно аппроксимировать прямой линией:

$$V_{\max} = a + bt^0 \quad (6)$$

Коэффициенты уравнения данной закономерности были найдены по методу наименьших квадратов для ГЛА *R. Pygmaues* P₁:

$$V_{\max} = -7,09t + 0,29 \quad (7)$$

Величина K_m , согласно данным таблицы 1 и уравнений (5), (6), определяется в основном природой глюкоамилазы и является функцией pH и температуры. Анализ этих уравнений показал, что математически они описываются одинаково, где имеет место совпадения знаков перед коэффициентами уравнений. Поэтому структуру данных уравнений можно записать в виде:

$$K_m(pH, t^0) = -a_0 + a_1 t^0 + a_2(pH) - a_{1,2}(t^0 \cdot pH) + a_{11}(pH)^2[S] \quad (8)$$

В общем виде уравнение зависимости скорости ферментативной реакции глюкоамилазы исследуемых микромицетов можно представить как:

$$V = (a + bt) \cdot (1 - e^{-(a_0 + a_1 t^0 + a_2(pH) - a_{1,2}(t^0 \cdot pH) + a_{11}(pH)^2[S])}) \quad (9)$$

Для *R. Pygmaues* P₁ такое уравнение имеет вид:

$$V = (7,09 + 0,29t^0) \cdot (1 - \exp(-(15,13 + 0,35t^0 + 0,56(pH) - 0,055(t^0 \cdot pH) + 0,32(pH)^2[S]))) \quad (10)$$

Таким образом, кинетика гидролиза крахмала под действием термо- и pH-стабильных глюкоамилаз носит сложный характер, о чем свидетельствует изменение величины K_m , которая служит мерой сродства фермента к субстрату.

Можно предположить, что активные центры исследуемых глюкоамилаз и крахмал претерпевают конформационные изменения при pH 4,0-5,0; 4,5-5,5 и температуре 60-65 °C.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Жеребцов, Н.А. Биохимия [Текст] / Н.А. Жеребцов, Т.Н. Попова, В.Г. Артюхов. – Воронеж: ВГУ, 2002. – 696 с.
- 2 Григоров, В.С. Получение термотолерантного мутанта *R. Pygmaues* P₁ с повышенной активностью глюкоамилазы [Текст] / В.С. Григоров, Н.А. Жеребцов // Микробиология. - 1983. – Т. 52. – Вып. 3. – С. 408-413.
- 3 Грачева, М.М. Технология ферментных препаратов [Текст] / М.М. Грачева, А.Ю. Кривова. – М.: Элевар, 2008. – 592 с.
- 4 Яковлев, А. Н. Биосинтез и физико-химические свойства термо- и pH-стабильных амилаз термотолерантного микромицета *Asp. Avamori* ВУДТ-2 [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук. – Воронеж: ВТИ, 1992. – 148 с.

REFERENCES

- 1 Zherebtsov, N.A. Biochemistry [Text] / N.A. Zherebtsov, T.N. Popova, V.G. Artukhov. - Voronezh: VSU, 2002. - 696 p.
- 2 Grigorov, V.S. Getting thermotolerant mutant *R. Pygmaues* P1 with increased activity of glucoamylase [Text] / V.S. Grigorov, N.A. Zherebtsov // Microbiology. - 1983. - V. 52. - № 3. - P. 408-413.
- 3 Gracheva, M.M. Technology enzyme preparations [Text] / M.M. Gracheva, A.Yu. Krivova. - M.: Elevar, 2008. - 592 p.
- 4 Yakovlev, A.N. Biosynthesis and physico-chemical properties of thermo- and pH- stable amylase thermotolerant micromycete *Asp. Avamori* VUDT -2 [Text]: diss. ... PhD. - Voronezh: VTI, 1992. – 148 p.

УДК 664.64

Аспирант Д.В. Борисенко

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств, тел. (473) 255-38-51

ассистент В.Л. Пашенко

(Воронеж. гос. аграр. ун-т) кафедра технологии переработки растениеводческой продукции, тел. (473) 253-74-88

Характеристика фитонцидов овощей с позиции обеспечения микробиологической чистоты хлеба

В статье представлена актуальность применения фитонцидов овощей, в частности чеснока, в качестве добавки для хлебобулочных изделий для обеспечения их микробиологической чистоты.

The article presents the relevance of the application of volatile vegetables, in particular garlic, as additives for bakery products to ensure their microbiological purity.

Ключевые слова: фитонциды овощей, чеснок.

Фитонциды (от греч. «*phytón*» – растение и лат. «*caedo*» – убиваю) – вещества различной химической природы, образующиеся в растениях и обладающие способностью задерживать рост бактерий и убивать их, а также губительно влиять на простейшие и грибки, т.е. обладающие бактерицидными, фунгицидными и протистцидными свойствами. Такими свойствами весьма широко наделены препараты чеснока [1].

Различают летучие и нелетучие фракции фитонцидов. Летучие выделяются надземными частями растений в атмосферу, подземными частями – в землю, а водными растениями – в воду. Они способны убивать помещенные на некотором расстоянии от растений культуры бактерий, среди которых могут встречаться и болезнетворные, например, стафилококки и т.п. Весьма активные летучие фракции фитонцидов выделены из лука, хрена, чеснока, лимона, редьки, дайкона, петрушки, черной смородины, антоновских яблок и др. [2].

Летучие фитонциды содержатся в эфирном масле растений. Еще древние йоги считали, что в воздухе есть очень важные для человека компоненты – они называли их энергиями («прана»). Современная наука точно определила состав воздуха. Выяснилось, что ценность воздуха определяет не только процентное содержание в нем кислорода, углекислоты, азота, других газов и их соотношение. Содержание в свежем воздухе небольших, порой незначительных включений аэроионов, фитонцидов и других биологически активных веществ

очень важно для самочувствия, настроения, работоспособности человека и для его здоровья. Уже доказано, что нехватка в воздухе биологически активных компонентов и фитонцидов отрицательно сказывается на сопротивляемости организма человека к различным заболеваниям.

Летучие фитонциды – один из важнейших регуляторов физико-химического состава воздуха. Они повышают содержание в нем отрицательных ионов (например, в лесу их содержание в 5–10 раз выше, чем в воздухе больших городов), благоприятно действующих на человека, и снижают количество вредных положительных ионов. Фитонциды увеличивают биологическую активность кислорода воздуха, способствуют оседанию пылевых частиц, уменьшают электрический показатель загрязненности воздуха и обезвреживают присутствующие в нем микроорганизмы.

К нелетучим фракциям относятся те, которые содержатся в самих растительных клетках и оказывают свое влияние при непосредственном контакте бактерий и иных простейших с протоплазмой. Протоплазма клеток способна убивать или подавлять процессы жизнедеятельности тех или иных макро- и микроорганизмов вследствие содержания в ней нелетучих фитонцидов.

Химическая природа фитонцидов до сих пор изучена недостаточно. По-видимому, в состав фитонцидов могут входить самые разнообразные по своему характеру химические вещества: эфирные масла, дубильные вещества, глюкозиды, серосодержащие соединения, алкалоиды, катехины, антоцианы, органиче-

ские кислоты и т.п. Например, из чеснока выделено свыше десяти компонентов, которым в той или иной степени присущи бактерицидные свойства. Однако бактериальная активность этих компонентов значительно ниже, чем у натурального сока чеснока [3].

Фитонциды широко применяются в самых разнообразных отраслях медицины, витаминной и пищевой промышленности. Половина лекарственных средств, используемых в медицинской практике, добывается в основном из растений, обладающих набором фитонцидов. Так, в гинекологической практике используется препарат из черемши – уразал. Препарат, полученный из зверобоя, – иманин – эффективен при ожогах, язвах, маститах и т.п. Фитонциды не только оказывают бактерицидное влияние, но и способны стимулировать процессы восстановления в тканях, усиливать собственные защитные механизмы человеческого организма, положительно действовать на функции органов пищеварения [4].

В борьбе с такими опасными для организма человека микроорганизмами как дизентерийная палочка, брюшнотифозные бактерии, возбудители паратифов, стафилококки, холерный вибрион, туберкулезная палочка и многие другие, неоценимую помощь организму могут оказать лук, чеснок, хрен, дайкон, лимон, петрушка. Фитонциды чеснока, например, способны убивать бактерии, по отношению к которым бессильным оказывается пенициллин (например, возбудителей брюшного тифа и паратифов, дизентерии, холеры и пр.). Фитонцидные препараты из антоновских яблок, листьев и плодов черной смородины, плодов кизила полезны при лечении дизентерии, так как обладают выраженной способностью убивать возбудителей этого тяжелого заболевания, превосходя в этом отношении целый ряд других лекарственных средств.

Фитонциды чеснока с успехом применялись для лечения гнойно-воспалительных процессов среднего уха, ожогов роговицы глаза. Фитонциды лука и чеснока используются для лечения грибковых заболеваний кожи – трихофитина, микроспорина, парши и др. Фитонциды черной редьки оказались действенными в отношении более чем ста видов микроорганизмов [5].

Настойку чеснока и аллилсат (спиртовая вытяжка из лукович чеснока) применяют при атонии кишечника для подавления в нем процессов гниения и брожения, а также при атеросклерозе и гипертонической болезни.

Препараты из чеснока являются противогнилостными и противогнойными средствами. Чеснок содержит много полезных лекарственных веществ, он является антибиотиком, антисептическим, антипаразитарным, противогнилостным, мочегонным, глистогонным, сердечным средством, повышает аппетит, регулирует функциональную деятельность желудочно-кишечного тракта [6].

Благодаря особенностям химического состава, чеснок целесообразно применять в технологии хлебобулочных изделий с целью придания изделию улучшенных пищевых свойств и защиты от микробиологической порчи при хранении.

Нами проведены исследования с целью оценки микробиологической чистоты пшеничного хлеба с различными дозировками чеснока. В ходе эксперимента было замечено, что хлеб сдобный в упаковке (контроль) начинал плесневеть на 8-е сутки (отмечен пушистый налет черного цвета $d=20$ мм – *Aspergillus niger*), а хлеб с 6,5 % чеснока к массе муки в тесте – на 11-е сутки (отмечено пятно голубовато-зеленого цвета $d=7$ мм – *Penicillium glaucum*).

Исследования, проведенные в испытательном лабораторном центре АНО «НТЦ Комбикорм» показали, что содержание количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМА-ФАнМ) в хлебе сдобном в упаковке (контроль) составило $3,2 \cdot 10^3$ КОЕ/г, а в хлебе с 6,5 % чеснока к массе муки в тесте – менее 10 КОЕ/г..

Таким образом, очевидно, что добавки из овощей, в частности чеснока, содержащих фитонциды, являющихся эффективными биологическими антисептиками, целесообразно применять для создания хлебобулочных изделий устойчивых к микробиологической порче.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Токин, Б.П. Фитонциды [Текст] / Б.Н. Токин. – М., 1952. – 238 с.
- 2 Ульянова, Т. Целительные свойства лука [Текст] / Т. Ульянова. – СПб: Питер-Пресс, 1998. – 192 с.
- 3 Токин, Б.П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. [Текст] / Б.П. Токин. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1980. – 280 с.
- 4 Складневский, Л. Я. Целебные свойства пищевых растений [Текст] / Л.Я. Складневский. – М., 1975. – 267 с.

5 Боенко, И.Д. Овощи и фрукты. Физиологические и лечебные свойства [Текст] / И.Д. Боенко. - Центрально-Черноземное книжное изд-во, 1976. - 168 с.

6 Ромашов, М.А. Лечение чесноком [Текст] / М.А. Ромашов. - М.: Вече, 2004. - 173 с.

REFERENCES

1 Tokin, B.P. Phytoncides [Text] / B.N. Tokin. - M., 1952. - 238 с.

2 Ulyanova, T. The healing properties of onion [Text] / T. Ulyanova. - StP.: Peter -Press, 1998. - 192 p.

3 Tokin, B.P. Medicinal plants poisons. Tale of volatile [Text] / B.P. Tokin. - L.: Leningrad University Publishing, 1980. - 280 p.

4 Sklyarevsky, L.Ya. The healing properties of food plants [Text] / L.Y. Sklyarevsky. - M., 1975. - 267 p.

5 Boenko, I.D. Vegetables and fruit. Physiological and therapeutic properties [Text] / I.D. Boenko. - Book publishing house of Central Chernozem region, 1976. - 168 p.

6 Romashov, M.A. Treatment of garlic [Text] / M.A. Romashov. - M.: Veche, 2004. - 173 p.

Профессор В.А. Голыбин, аспирант К.В. Голова,
студент Е.А. Денисова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, тел. (473) 255-37-32

Повышение эффективности адсорбционной очистки в процессе II сатурации

Исследование влияния фильтроперлита, используемого в качестве затравочного материала для обеспечения необходимой дисперсности структуры осадка карбоната кальция с развитой площадью адсорбционной поверхности, на завершающей стадии известково-углекислотной очистки производственных сахарных растворов.

The influence of filterperlite, used as seed material to ensure adequate dispersion of the calcium carbonate precipitate structure with the developed adsorption surface area, in the final stages of lime-carbonic treating manufacturing sugar solutions was investigated.

Ключевые слова: перлит, карбонат кальция, дисперсность, электрокинетический потенциал.

На сахарные заводы в течение производственного сезона выработки белого сахара поступает сырье различного качества, что обусловлено нестабильными климатическими условиями, использованием свекловичных семян сахарной свеклы зарубежной селекции с пониженным иммунитетом относительно поражения корневой и кагатной гнилью, переработкой свеклы в условиях отрицательных температур, что вызывает подмораживание корнеплодов, загнивание и появление в них дополнительных вредных несахаров. Переработка свеклы пониженного качества приводит к снижению чистоты очищенного сока, увеличению расхода гидроксида кальция на очистку диффузионного сока, повышению цветности и зольности жидких полупродуктов, ухудшению фильтрации сатурационных соков.

Для получения отечественного белого сахара, конкурентоспособного по показателям качества на международном рынке, возникает необходимость повышения эффективности использования для очистки производственных сахаросодержащих растворов традиционных реагентов (гидроксид кальция и диоксид углерода), а также применения различных сорбентов [1].

По основным показателям качества (содержание золы, оптическая плотность водного раствора сахара в растворе и в кристаллическом виде) вырабатываемый отечественными сахарными заводами сахар-песок заметно уступает требованиям, принятым в странах ЕС [2].

В известково-углекислотной очистке диффузионного сока важнейшую роль играет адсорбция несахаров частицами осадка карбоната кальция, образующегося непосредственно в процессе карбонизации очищаемого известкованного сахаросодержащего раствора. Явление адсорбции обусловливается физико-химическими свойствами поверхности осадка и, в первую очередь, его электрокинетическими свойствами, характеризующимися ξ -потенциалом [3].

Дальнейшее повышение эффективности существующей известково-углекислотной очистки диффузионного сока возможно лишь на основе углубленного исследования электрокинетических свойств частиц карбоната кальция.

Поскольку формирование поверхностного заряда частиц осадка карбоната кальция связано с концентрацией зарядообразующих ионов кальция или карбоната, важным является исследование изменения этой величины в процессе карбонизации исследуемых очищаемых сахаросодержащих растворов. Непосредственное измерение поверхностного заряда частиц суспензии достаточно сложно и зависит от многих факторов. О характере его изменения можно судить по величине электрокинетического потенциала ЭКП [3].

Одним из путей дальнейшего совершенствования технологических процессов физико-химической очистки диффузионного сока является повышение эффекта удаления несахаров путем интенсификации адсорбционных процессов на разных стадиях очистки с использованием дешевых природных сорбентов [5].

Сорбенты, которые могут быть использованы в процессе очистки полупродуктов свеклосахарного производства, должны отвечать следующим требованиям: обладать термической устойчивостью, быть инертными по отношению к свекловичному и сатурированному сокам, не растворяться в них, иметь невысокую стоимость, не обладать запахом и вкусом, иметь развитую удельную поверхность, не содержать токсичных веществ.

После адсорбционной очистки на первой стадии карбонизации в процессе I сатурации в очищаемом соке остается заметное количество различных растворенных несахаров: солей щелочных металлов, высокомолекулярных соединений, молекул красящих веществ и др.

Для повышения качества очищенного сока, снижения содержания солей кальция и его цветности нами проведены исследования по изучению влияния перлита с определенной дисперсностью частиц, вводимого на завершающей стадии очистки диффузионного сока.

Была проведена серия исследований в лабораторных условиях по выявлению оптимальной точки введения частиц перлита. Положительные результаты по качеству очищаемого сока получены при введении частиц перлита в фильтрованный сок I сатурации после его обработки гидроксидом кальция. Частицы перлита вводили в очищаемый сок без предварительной обработки и после его активирования.

Для определения величины ЭКП водной суспензии перлита использовали оперативный метод определения заряда суспензий, основанный на явлении суспензионного эффекта. Частицы с двойным электрическим слоем (мицеллы) создают в дисперсионной системе соответствующую противоионам ионную среду – суспензионный эффект. При удалении частиц, например с помощью фильтрации, противоионы уходят вместе с ними (в количествах, эквивалентных заряду частиц). Отсюда суспензионный эффект количественно можно определить как разность между концентрационными характеристиками противоионов в суспензии (дисперсной системе) и в фильтрате. Суспензионный эффект рассчитывается по соотношению $pH_{сз} = pH_{с} - pH_{ф}$, т.е. по разности значений pH суспензии и фильтрата [4].

Эксперименты проводили на модельных водных растворах, содержащих 12 % сахарозы, с предварительным добавлением в них перед известковой обработкой 0,1 % редуцирующих веществ (эквимолекулярная смесь х.ч. глюкозы и фруктозы) к массе раствора. Проводили

типовую очистку, включая процесс II сатурации при pH 9,3-9,5, после чего модельные растворы фильтровали, определяли их оптическую плотность и величины ЭКП карбонатных суспензий. В пробу №1 добавляли перлит без активации, в пробу №2 – с предварительной активацией, проба №3 – без добавления перлита (контрольный опыт). Результаты исследований представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Показатели модельного раствора после II сатурации

Показатели	Перлит без активации	Активированный перлит	Контроль (без перлита)
ЭКП, мВ	47	57	11
Оптическая плотность (D)	0,362	0,340	0,440

Добавляемые в известкованный модельный раствор частицы активированного перлита, имеющие высокий положительный ЭКП, являются одновременно центрами кристаллизации структуры осадка карбоната кальция и адсорбентом отрицательно заряженных макромолекул высокомолекулярных несахаров, красящих веществ, кальциевых солей различных кислот. В результате ввода активированных частиц перлита повышается однородность осадка карбоната кальция, увеличивается его поверхностная активность, что позволяет повысить качество очищенного сока.

Для определения оптимального количества активированного перлита, вводимого перед II сатурацией, была проведена серия опытов. В пробы обрабатываемого модельного раствора добавляли частицы активированного перлита в количестве 0,015-0,050 % к массе раствора, затем проводили очистку по традиционной схеме. Пробы очищенного модельного раствора фильтровали и анализировали.

Анализ полученных данных (таблица 2) показывает, что оптимальным является ввод перлита в количестве $0,033 \pm 0,010$ % к массе сока. При данном расходе перлита формируются частицы осадка карбоната кальция с высоким положительным зарядом, на котором адсорбируются отрицательно заряженные макромолекулы ВМС, а также фрагменты белковых веществ, соли кальция и красящие вещества, образовавшиеся в результате щелочно-термического разложения редуцирующих моносахаров. Подтверждением этого вывода является минимальная величина оптической плотности модельного раствора после его карбонизации.

Показатели очищенного модельного раствора
в зависимости от расхода перлита

Показатели	Расход перлита, % к массе сока			Контроль (без перлита)
	0,015	0,033	0,050	
ЭКП, мВ	22	31	8	11
Оптическая плотность (D)	0,245	0,200	0,278	0,288

Объяснением полученного результата с учетом дисперсности структуры осадка может быть следующее. При расходе перлита менее 0,015 % в процессе карбонизации гидроксида кальция образуются более крупные частицы осадка CaCO_3 с малой активной поверхностью адсорбции. При вводе перлита более 0,05 % структура образующегося осадка будет полидисперсной, что ухудшает фильтрационные показатели очищаемого модельного раствора после его карбонизации.

В процессе исследования установлена оптимальная продолжительность контакта перлита от 1 до 3 мин в составе известкованного модельного раствора перед карбонизацией. В указанном интервале достигается формирование более однородного осадка, при котором наблюдается снижение растворимых солей кальция и оптической плотности раствора вследствие адсорбции несахаров на поверхности осадка. Кратковременное перемешивание способствует увеличению числа контактов различных несахаров с образующимися положительно заряженными частицами осадка, протеканию процессов гетерокоагуляции и образованию флоккул ВМС, а также адсорбции несахаров, прежде всего растворимых солей кальция и красящих веществ. Увеличение длительности контакта в режиме перемешивания рабочей среды отрицательно влияет на процессы гетерокоагуляции и осаждения, поскольку возможна частичная деструкция образовавшегося коагулята несахаров [6].

Проведенные исследования показывают целесообразность использования фильтроперлита в качестве затравочного материала для обеспечения необходимой дисперсности структуры образующегося осадка карбоната кальция с развитой площадью адсорбционной поверхности на завершающей стадии известково-углекислотной очистки производственных сахарных растворов, что способствует повышению эффективности использования гидроксида кальция. Осадок, имея большую поверхность с высоким положительным зарядом, больше удерживает отрицательно заряженных

ВМС и других несахаров, сохраняя проницаемую пористую структуру слоя в процессе последующего фильтрования очищенного раствора при повышенном перепаде давлений.

ЛИТЕРАТУРА

1 Голыбин, В.А. Повышение эффективности использования гидроксида кальция для очистки диффузионного сока [Текст] / В.А. Голыбин, В.А. Федорук, А.А. Ткачев // Вестник ВГУИТ. – 2012. – № 2. – С. 158 – 161.

2 Голыбин, В.А. Анализ факторов эффективности прогрессивной преддефекации [Текст] / В.А. Голыбин, В.А. Федорук, Н.А. Воронкова // Сахар. – 2013. – № 6. – С. 74 – 80.

3 Хомичак, Л.М. Электрохимические характеристики осадка карбоната кальция при сатурировании [Текст] / Л.М. Хомичак, Р.С. Решетова, М.И. Даишев // Известия вузов. Пищевая технология. – 1985. – №1. – С. 31 – 33.

4 Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы [Текст]: учебник для вузов / Ю.Г. Фролов. – М.: Химия, 1988. – 464 с.

5 Лосева, В.А. Интенсификация очистки диффузионного сока с использованием комбинированных сорбентов [Текст] / В.А. Лосева, К.В. Голова, Ю.А. Лысикова // Вестник ВГУИТ. – 2012. – №4. – С. 125 – 128.

6 Олянская, С. П. Химические реагенты на завершающей стадии очистки диффузионного сока [Текст] / С. П. Олянская, В. В. Цырульникова // Сахар. – 2010. – № 4. – С. 54 – 59.

REFERENCES

1 Golybin, V.A. More efficient use of calcium hydroxide to extract purification [Text] / V.A. Golybin, V.A. Fedoruk, A.A. Tkachev // Bulletin of VSUET. – 2012. – №2. – P. 158 - 161.

2 Golybin, V.A. Analysis of the performance factors of progressive preliming [Text] / V.A. Golybin, V.A. Fedoruk, N.A. Voronkova // Sugar. – 2013. – №6. – P. 74-80.

3 Homichak, L.M. The electrochemical characteristics of calcium carbonate sediment during saturation [Text] / L.M. Homichak, R.S. Reshetova, M.I. Daishev // Trans. Food technology. – 1985. – №1. – P. 31 - 33.

4 Frolov, Yu.G. The course of colloidal chemistry. Surface phenomena and disperse systems [Text]: textbook for high schools / Y.G. Frolov. – M.: Himiya, 1988.

5 Loseva, V.A. Intensification of juice purification using combined sorbents [Text] / V.A. Loseva, K.V. Golova, Y.A. Lysikova // Bulletin of VSUET. – 2012. – №4. – P. 125 - 128.

6 Olyanskaya, S.P. Chemicals in the final purification step the raw juice [Text] / S.P. Olyanskaya, V.V. Tsyruelnikova // Sugar. – 2010. – №4. – P. 54 - 59.

Доцент Н.В. Неповинных, аспирант В.Н. Грошева,
профессор Н.М. Птичкина

(ФГБОУ ВПО «СГАУ имени Н.И. Вавилова»), кафедра технологии продуктов питания,
тел. 8-917-209-309-4

Использование биополимеров для стабилизации белковой кислородной пены

В данной работе рассматриваются творожная сыворотка как пенообразующая основа кислородного коктейля и натуральные соки в качестве вкусового компонента. Время жизни пены, образованной сывороточными белками, не велико: пена быстро падает, из нее выделяется жидкость (синерезис). Изучается влияние растительных полисахаридов на процесс стабилизации белковой пены кислородного коктейля. Показано, что использование растительных полисахаридов (гуаран, пектин, каробан) увеличивает жизнь пены в 20 раз по сравнению с традиционными пенообразователями. Установлено, что свойства кислородной пены зависят от молекулярной массы гуарана.

The cottage cheese whey as an oxygen cocktail foaming base and natural juices as a flavoring ingredient are analyzed. The lifetime of foam generated by the serum proteins is not long: foam falls off rapidly; because from the foam liquid is released (syneresis). The effects of plant polysaccharides on the stabilization of the protein foam oxygen cocktail is studied. It was shown that the use of plant polysaccharides (guar gum, high methoxyl citrus pectin, locust bean gum) prolong the life of the foam up to 20 times, compared with conventional blowing agents. It was found that oxygen foam properties depend on the molecular weight of guar gum.

Ключевые слова: кислородный коктейль, полисахариды, творожная сыворотка.

Кислородный коктейль – это напиток, насыщенный кислородом до состояния нежной воздушной пены.

Главной составляющей кислородного коктейля является пенообразующий компонент, благодаря которому происходит формирование пены в напитке. В качестве такого компонента применяют: сухой белковый полуфабрикат (СБП), экстракт солодкового корня (ЭСК) и куриный белок (КБ).

Устойчивость таких пен зависит от большого количества факторов: природы и концентрации пенообразователя, свойств дисперсионной среды, температуры, механических воздействий и других факторов [1, 2, 3].

Применение белков молочной сыворотки в производстве кислородных коктейлей является весьма новой идеей, а их использование позволит разработать продукты с улучшенными органолептическими показателями, улучшенной пищевой и энергетической ценностью и обладающие диетическими и функциональными свойствами.

Целью настоящей работы явилось установление закономерностей производства кислородных коктейлей на основе купаживания

творожной сыворотки и натуральных соков с заменой традиционной пенообразующей основы на белки молочной сыворотки и пищевые полисахариды (ПС) растительной природы в качестве стабилизаторов полученной пены [4, 5].

Объектами исследования явились творожная сыворотка, натуральные соки, ЭСК, СБП, КБ и коммерческие ПС растительного происхождения: высокоэтерифицированный пектин, каробан и гуаран с молекулярной массой ММ 30, 100, 400 кДа (Danisco, Франция).

Кислородный коктейль готовили с помощью кислородного миксера «Армед», для получения пены использовали медицинский кислород (99,9 % чистого медицинского кислорода) из кислородного баллона.

Исследуемые основы с температурой 2-4 °С наливали в мерный цилиндр, после чего осуществляли взбивание и барботаж медицинского кислорода с помощью миксера до прекращения роста высоты столба пены. Скорость барботирования кислорода изменяли в диапазоне 0,5-5 л / мин.

Нами были проведены исследования по изучению кратности и стабильности пен кислородных коктейлей в зависимости от типа пенообразователя (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Кратность и стабильность пен кислородных коктейлей

Пенообразователь	Концентрация традиционно используемого пенообразователя, %	Кратность	Стабильность, мин
Корень солодки	5,0	4,0	2,0-2,5
Белки творожной сыворотки	0,8	2,8	1,0-1,2
Яичный белок	2,0	3,8	3,0-3,5
Желатин	2,0	3,5	10,0-15,0

Как видно из таблицы 1, традиционные пенообразователи дают кислородную пену с достаточно высокими значениями кратности по сравнению с пеной, образованной сывороточными белками. Но стабильность пен всех образцов низкая, пены теряли свою структуру и опадали.

Учитывая недостатки традиционных пенообразователей (яичный белок является аллергеном, имеет неприятный вкус и возможность инфекционных заболеваний; желатин нежелательно употреблять людям при нарушении водно-солевого обмена и при мочекаменной болезни; сироп корня солодки обладает неприятным горьким привкусом и имеет ряд противопоказаний), а также принимая во внимание функционально-технологические свойства творожной сыворотки, мы изучали влияние растительных ПС на стабилизацию белковой кислородной пены.

Известно, что биополимеры, будучи поверхностно-активными веществами, обеспечивают стабилизацию пен [6, 7].

На рисунке 1 показано изменение кратности кислородных пен в зависимости от природы и концентрации используемых ПС.

Как видно из рисунка 1, биополимеры способствуют получению белковых пен с достаточно высокой кратностью при малых концентрациях (0,1-0,2 %). Полученные пены сохраняли высокую кратность в течение 30-40 мин.

С увеличением концентрации биополимеров происходило уменьшение кратности пен, полученные пены имели крупноячеистую структуру и быстро опадали.

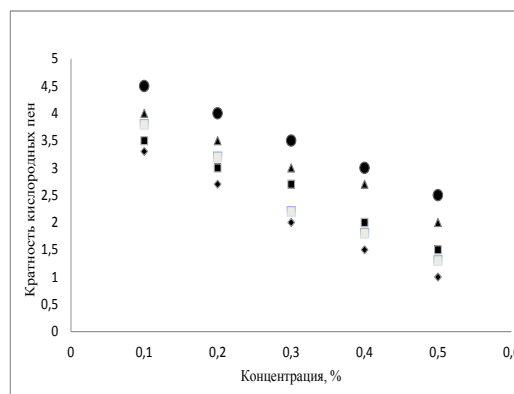


Рисунок 1 – Изменение кратности кислородных пен в зависимости от концентрации и природы используемых полисахаридов: HM pectin (●), guar gum MM 30 kDa (▲), guar gum MM 100 kDa (□), LBG (◇), guar gum MM 400 kDa (◆).

При малых концентрациях полимеров (пектин 0,1-0,5%, каробан 0,1-0,2 %, гуаран MM 30 кДа 0,1-0,3 %, гуаран MM 100 кДа 0,1-0,2 %, гуаран MM 400 кДа 0,1-0,5 %) образующаяся пена имела мелкоячеистую структуру и достаточно высокую кратность.

Говоря о стабилизирующей функции биополимеров, надо иметь в виду, что ее эффективность определяется взаимодействием с партнером-белком. Совместимость белок-ПС в этих системах обусловлена самоассоциацией белков и образованием растворимых комплексов белок-ПС.

Увеличение молекулярной массы гуарана приводило к увеличению кратности пены и вязкости системы белок-ПС и тем самым затрудняло формирование мелкоячеистой структуры пены. Для получения пены с хорошими технологическими характеристиками, следует снижать концентрацию данного стабилизатора в системе при увеличении его молекулярной массы.

Наилучшие структурно-механические и органолептические показатели были у пен с кратностью 3,0-4,5.

В ходе исследования было установлено, что оптимальная температура основы для процесса пенообразования и получения пены мелкоячеистой структуры должна быть не выше 4 °С.

При повышении температуры основы до 20 °С и выше отмечено снижение пенообразующей способности, что объясняется тепловым движением молекул белков, не способных в таких условиях к прочной адсорбции на межфазных пленках.

На основании полученных данных были выбраны ПС и их концентрации (каробан 0,1-0,3 %; пектин 0,1-0,5 %; гуаран ММ 30 кДа 0,1-0,3 %; гуаран ММ 100 кДа 0,1-0,2 %; гуаран ММ 400 кДа 0,1-0,2 %) в качестве стабилизаторов белковой кислородной пены, позволяющие увеличить стабильность пен в 20 раз по сравнению с традиционными пенообразователями.

Выполненные исследования показали целесообразность использования биополимеров для стабилизации пен кислородных коктейлей на основе молочной сыворотки.

Работа проводится в рамках гранта Президента Российской Федерации № 14.124.13.3731-МК.

ЛИТЕРАТУРА

1 Остроумова, Т.Л. Влияние белковых веществ на пенообразующие свойства молока [Текст] / Т.Л. Остроумова, А.Ю. Просеков // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2007. – № 2. – С. 43-46.

2 Родионова, Н.С. Свойства различных пенообразователей в технологии кислородных коктейлей [Текст] / Н.С. Родионова, Л.П. Пашенко, Е.А. Климова // Пиво и напитки. – 2009. – № 5. – С. 20-21.

3 Просеков, А.Ю. Влияние технических характеристик роторно-пульсационного аппарата на структуру взбитого продукта [Текст] / А.Ю. Просеков // Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции. – 2005. – № 5. – С. 61-63.

4 Nepovinnikh, N.V. Using of polysaccharides as stabilizations for specialized oxygen cocktails [Text] / N.V. Nepovinnikh, V.N. Grosheva, A.V. Bannikova, N.M. Ptichkina // The Food Hydrocolloids Trust 17th Gums & Stabilisers for the Food Industry Conference. - Wrexham, UK: Glyndwr University. – 2013. - P. 41.

5 Птичкин, И.И. Пищевые полисахариды: структурные уровни и функциональность [Текст] / И.И. Птичкин, Н.М. Птичкина. – Саратов: ГУП «Типография № 6», 2012. – 96 с.

6 Fernandes, P.B. The effect of k-carrageenan on the stability of whey protein foams [Text] / P.B. Fernandes, G.O. Phillips, P.A. Williams, D.J. Wedlock // Gums and Stabilisers for the Food Industry 8. – New York: IRL Press. 1996. - P. 171-180.

7 Phillips, G.O. Handbook of hydrocolloids [Text]: second edition / G.O. Phillips, P.A. Williams. - CRC Press Boca Raton Boston New York Washington, DC, 2009.

REFERENCES

1 Ostroumova, T.L. Effect of proteins on the foaming properties of milk [Text] / T.L. Ostroumova, A.Yu. Prosekov // Proceedings of the universities. Food technology. - 2007. - № 2. - P. 43-46.

2 Rodionova, N.S. Properties of different blowing agent technology oxygen cocktails [Text] / N.S. Rodionova, L.P. Paschenko, E.A. Klimova // Beer and beverages. - 2009. - № 5. - P. 20-21.

3 Prosekov, A.Yu. Performance impact rotor-pulsation apparatus on the structure of the whipped product [Text] / A.Yu. Prosekov // Storage and processing of agricultural products. - 2005. - № 5. - P. 61-63.

4 Nepovinnikh, N.V. Using of polysaccharides as stabilizations for specialized oxygen cocktails [Text] / N.V. Nepovinnikh, V.N. Grosheva, A.V. Bannikova, N.M. Ptichkina // The Food Hydrocolloids Trust 17th Gums & Stabilisers for the Food Industry Conference. - Wrexham, UK: Glyndwr University. – 2013. - P. 41.

5 Ptichkin, I.I. Food polysaccharides: structural levels and functionality [Text] / I.I. Ptichkin, N.M. Ptichkina. – Sarstov: State Unitary Enterprise “Tipographiya №6”, 2012. – 96 p.

6 Fernandes, P.B. The effect of k-carrageenan on the stability of whey protein foams [Text] / P.B. Fernandes, G.O. Phillips, P.A. Williams, D.J. Wedlock // Gums and Stabilisers for the Food Industry 8. – New York: IRL Press. 1996. - P. 171-180.

7 Phillips, G.O. Handbook of hydrocolloids [Text]: second edition / G.O. Phillips, P.A. Williams. - CRC Press Boca Raton Boston New York Washington, DC, 2009.

Профессор С.Ю. Панов, аспирант А.А. Чернецкая,
профессор А.В. Жучков, доцент А.Н. Рязанов
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов химических
производств, тел. (473) 249-91-13

Разработка научных основ технологии утилизации пищевых отходов методом анаэробного сбраживания

Выполненная работа направлена на создание технологических основ сбора и утилизации отходов в местах образования методом анаэробного сбраживания и получение социально-экономического, экологического и агротехнического эффекта.

Performed scientific work is directed on creation of technological bases of collection and recycling of waste in place waste generation using the method of anaerobic digestion and receiving socio-economic, ecological and agro-technical effect.

Ключевые слова: анаэробное сбраживание, газгольдер, метантенк, мезофильные микроорганизмы, коммунально-бытовые отходы, утилизация и переработка отходов

Рост потребления населением, особенно в крупных городах России, приводит к увеличению объемов образования коммунально-бытовых отходов. Существующая система управления отходами в России, ориентированная преимущественно на их захоронение, является несовершенной, ведет к загрязнению окружающего воздуха, грунтовых вод и, как следствие, снижению качества жизни, не согласуется с принципами устойчивого развития экономики и требует коренной модернизации. Отходы, при их бесконтрольном размещении на свалках, негативно воздействуют на окружающую среду, являясь источником поступления вредных химических и биологических веществ в грунтовые и поверхностные воды, атмосферный воздух и почву, создавая определенную угрозу здоровью и жизни населения. Поэтому предотвращение попадания вредных веществ из отходов во внешнюю среду является важнейшей задачей экологической безопасности при обращении с коммунально-бытовыми отходами (КБО).

Актуальность проблемы утилизации (переработки) КБО, в частности пищевых отходов, вызвана целым рядом причин, к которым относятся:

- ухудшение экологической обстановки и здоровья населения, связанное с выбросом в атмосферу газов, являющихся продуктом разложения отходов, загрязнением водных источников, уничтожением плодородного слоя почв;

- образование санкционированных и не-санкционированных свалок с нарушением экологических и санитарных правил, и норм;
- увеличение объема производимых отходов, многообразие видов отходов, сложность и непостоянство их состава;
- потеря содержащихся в отходах ресурсов, которые возможно использовать вторично;
- отчуждение под свалки и полигоны значительных земельных площадей.

Мусорные свалки как самый простой путь складирования отходов в крупных городах являются потенциальным источником биологического и химического загрязнения окружающей среды, ведут к деградации почв [1-3].

Биотехнологические методы являются на сегодняшний день одними из наиболее перспективных и эффективных способов переработки отходов и их обезвреживания [4]. Внедрение в городское хозяйство технологии биодеградации позволит решить множество экологических и энергетических проблем. Преимуществами данного метода является экологическая чистота, так как конечными продуктами являются активный ил (хорошее удобрение), биогаз (энергоноситель) и вода.

Целью научно-исследовательской работы было создание научно-технического задела в области экономически приемлемых и безопасных технологий обращения с коммунально-бытовыми отходами, обеспечивающих сокращение объемов их поступления для полигонного захоронения и снижение загрязнения окружающей среды с соблюдением социально-

экологических и санитарно-гигиенических норм, разработка комплексов по утилизации коммунально-бытовых отходов с получением газа.

Коммунально-бытовые отходы образуются в жилом секторе, в предприятиях торговли, административных зданиях, учреждениях, конторах, дошкольных и учебных заведениях, культурно-спортивных учреждениях, железнодорожных и автовокзалах. Средняя норма сбора пищевых отходов у населения составляет 30 кг/чел. в год [4]. Состав и накопление пищевых отходов, собираемых у населения, изменяются по сезонам года. Ориентировочный состав пищевых отходов, %, приведен ниже:

Отходы:

- овощные	9-15
- картофель и его очистки	60-65
- фруктовые	5-8
- мясные	2,3-2,7
- рыбные	1,8-2,5
- хлеб и хлебобродуки	1,6
- молочные и сырные отходы	0,4
- кости	3,4-4,1
- яичная скорлупа	0,4
- посторонние примеси	4-12
- прочие отходы	2,7

Как следует из приведенных данных, пищевые отходы вместе с кормовой частью содержат до 12 % балластных примесей (стекло, резину, металлы, бумагу разных сортов и др.).

Химический состав пищевых отходов (% общей массы) составляет:

- влага общая	71,8-85
- сухое вещество	15-28,2
В том числе:	
- протеин	1,7-4,4
- жир	0,4-1,6
- безазотистые экстрактивные вещества	11,4-15,5
- клетчатка	1-3
- зола	1,8-2,4

На основании вышеизложенного нами предлагается провести разработку способа переработки указанных пищевых отходов методом анаэробного сбраживания на установках небольшой производительности, которые могли бы располагаться вблизи источников образования или временного накопления отходов и производить утилизацию (переработку), реализуя не только экологическую функцию, но и образуя полезную вторичную продукцию.

С целью биодеструкции сырья такого состава наиболее целесообразно использовать подобранный консорциум микроорганизмов состоящий из бактерий *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas facilis*,

Erwinia amylovora, *Arthrobacter sp.*, *Methanoscarcina barken*, *Methanococcus mazei*, *Methanobacterium cariacimarisnigri*, *Methanospirillum hungatei*. Дополнительно вводили *Cellulomonas effusa*. Данный консорциум позволит проводить биодеструкцию сырья с получением биогаза.

Предлагаемый нами способ сбора и утилизации пищевых отходов методом анаэробного сбраживания базируется на адаптации сырьевых комплексов к технологическим условиям переработки анаэробными бактериями, при этом подбор рецептур и технологических параметров обеспечивает наибольшую эффективность процесса биосинтеза.

Главным преимуществом предлагаемой технологии является возможность утилизации пищевых отходов сложного морфологического и непостоянного состава и получение на выходе экологически безопасных продуктов.

Экспериментальная установка (рисунок 1) предназначена для получения биотоплива из органических отходов методом анаэробного сбраживания. Установка обеспечивает утилизацию отходов кормовых производств и пищевых отходов, снижение уровня загрязнения окружающей среды и повышение степени экологической безопасности.

Реактор 1 представляет собой аппарат с рубашкой и винтовым перемешивающим устройством. Обогрев осуществляется теплоносителем, подающимся в рубашку аппарата. Питающий трубопровод оборудован загрузочной воронкой 4, шаровым краном и заглублен ниже уровня жидкости в реакторе. Отвод переработанной массы сырья (биопласта) осуществляется посредством шнекового выгрузного устройства. Аппарат оборудован штуцером для установки манометра.

В качестве хранилища газа используется мокрый газгольдер 2 низкого давления колокольного типа, конструктивно выполненный разъемным и имеющий верхнюю и нижнюю царги. В нижней части находится крестовина, на которую опирается колонна. Во внутренней полости колокола находятся два патрубка соответственно для ввода газовой среды.

Газгольдер оборудован показывающим манометром для визуального контроля давления и датчиками, регистрирующими показания с последующим выводом на ПК. Устройство для отбора проб представляет собой емкость цилиндрической формы с плоским днищем и конической крышкой, на которой расположен патрубок с ответным фланцем.

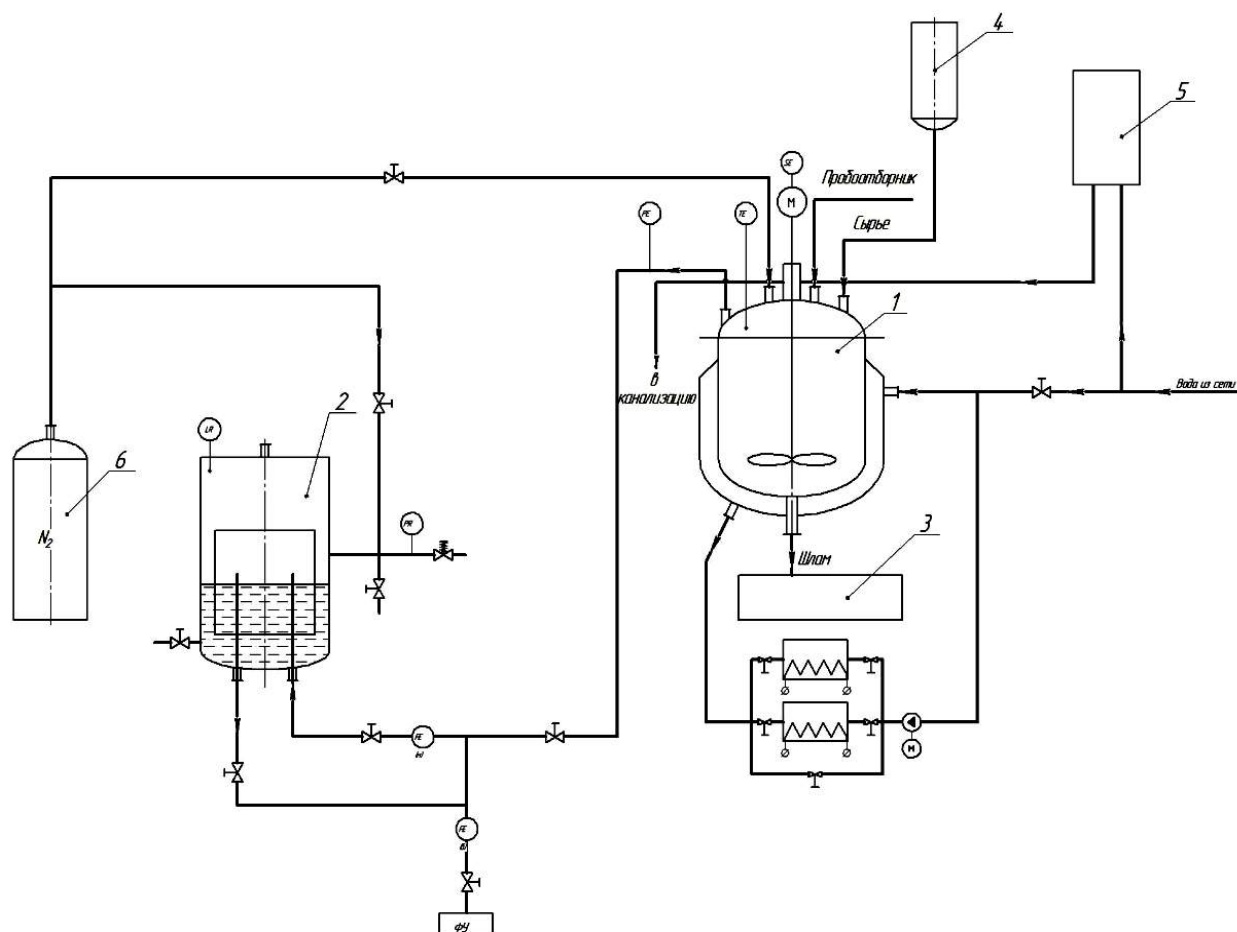


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки: 1- реактор, 2- газгольдер, 3- емкость для сбора шлама, 4 - воронка загрузочная, 5 - емкость для воды, 6 - емкость азота, 7 - факельная установка

Было составлено несколько смесей пищевых коммунально-бытовых отходов, подлежащих утилизации методом анаэробного сбраживания, представленных в таблице 1.

После составления многокомпонентной смеси пищевых коммунально-бытовых отходов, подлежащих утилизации методом анаэробного сбраживания определяли pH (таблица 2).

Т а б л и ц а 1

Номенклатура смесей пищевых коммунально-бытовых отходов, подлежащих утилизации методом анаэробного сбраживания

№ п/п	Наименование отходов	Содержание компонентов смеси, г		
		Смесь №1	Смесь №2	Смесь №3
1	Остатки жиров	1750	504	304
2	Масла растительные отработанные	160	452	549
3	Отруби и высевки, пшеничные и ржаные	270	206	88
4	Выжимки овощные, фруктовые и ягодные, томатные шкурки и семена	530	294	194
5	Остатки теста	120	334	114
6	Кости, скорлупа яичная	1270	450	266
7	Картофельная мезга	360	1049	1234
8	Хлебная крошка	120	111	104
9	Остатки мяса, кожи, пр.	1150	2095	2101
10	Свежая вода	2000	3000	3500
11	Молочные отходы	480	465	955
12	Пищевые консервы	450	844	395
13	Отходы разделки рыбы, крабов и других морепродуктов	1340	196	196

Т а б л и ц а 2

Значение pH отходов

Наименование смеси	Влажность, %	Значение pH
Смесь №1	54	6,9
Смесь №2	69	7,1
Смесь №3	78	7

При работе реактора получаемый биогаз содержал 60 -70 % метана; 30-40% двуокиси углерода, а также примеси. Соотношение CH_4 и CO_2 зависело от исходного субстрата и характеристик процесса брожения (температуры, времени пребывания массы в реакторе). Биогаз содержит также незначительное количество H_2 , H_2S , N_2 . Теплотворная способность биогаза 21-29 МДж/м³; 1 м³ его эквивалентен 0,7-0,8 кг условного топлива. В результате брожения из 1 т органического вещества (по сухой массе) получается 350-600 м³ биогаза. КПД превращения энергии органических веществ в биогаз 80-90 %.

Рабочая среда при работе биогазового реактора расслаивается на три области:

- суспензия, состоящая из твердых частиц органической природы, взвешенных в слое воды;
- светлый слой, состоящий, преимущественно, из воды;
- масляный слой.

Эффективность работы биореактора определяется многими параметрами [1], важнейшими из которых являются температура, интенсивность перемешивания, показатель pH и др.

Предложена математическая модель процессов в реакторе анаэробного сбраживания, которая учитывает особенность трехслойной структуры среды в реакторе в зависимости от очевидной разницы и соответственно отдельно рассчитываемых значений коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи для первого, второго и третьего слоев в реакционном пространстве.

В математической модели учтены различия газовыделений в трех слоях биомассы на основе особенности массотдачи к поверхности образуемого пузырька генерируемого в процессе биосинтеза газа при помощи коэффициента массотдачи в уравнении Буссинеска.

Модель в полной мере построена с учетом зависимости теплофизических и других характеристик слоев от состава питающей смеси посредством учета плотности, динамической вязкости, теплоемкости, теплопроводности слоев и частиц, распределенных в биореакторе.

Проведена технико-экономическая оценка рыночного потенциала полученных результатов. Использование предлагаемой технологии переработки пищевых коммунально-бытовых отходов позволит одновременно решить пять важнейших проблем:

- экологическую (полная утилизация пищевых коммунально-бытовых отходов, что приведет к снижению негативного воздействия на окружающую среду);
- энергетическую (получение биогаза);
- агрохимическую (получение удобрений);
- социальную (дополнительные рабочие места для осуществления работ по переработке отходов: операторы, автоматчики, механики, управленческий персонал);
- экономическую (рост объема услуг, оказываемых в сфере обращения с отходами; получение прибыли от реализации вторичной топливной продукции – биогаза и жидких удобрений).

Срок окупаемости биоустановки по переработке 58 т в сутки пищевых отходов составляет около 2 лет.

Разработаны основы технологии утилизации коммунально-бытовых отходов методом анаэробного сбраживания. Разработана установка анаэробного сбраживания пищевых коммунально-бытовых отходов. Она состоит из следующих элементов: камеры сбраживания (реактора, ферментатора, метантенка), нагревательного устройства (теплообменника), устройства для перемешивания и газгольдера. Осуществлен подбор консорциума микроорганизмов для утилизации пищевых коммунально-бытовых отходов методом анаэробного сбраживания. Обозначены условия осуществления анаэробного сбраживания. Разработана математическая модель тепло- и массообменных процессов в реакторе анаэробного сбраживания.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» (государственный контракт № 14.515.11.0089)

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Родионова, А.А. Оптимизация процесса получения биотоплива методом анаэробного сбраживания органических отходов [Текст] / А.А. Родионова, А.В. Жучков // Материалы Международной научно-практической интернет-

конференции, посвященной 50-летию кафедры "Процессы и аппараты в пищевых и химических производствах" «Энергосберегающие процессы и аппараты в пищевых и химических производствах (ЭПАХПП-2011)», Воронеж, 26-28 сент., 2011. - Воронеж, 2011. - С. 356-360.

2 Родионова, А.А. Разработка научных основ технологии биоконверсии многокомпонентного органического сырья в энергоносители [Текст] / А.А. Родионова, А.В. Жучков // Актуальная биотехнология. - 2013. - №1(4). - С.46 – 48.

3 Жучков, А.В. Перспектива получения топлива и энергии методом анаэробного сбраживания [Текст] / А.В. Жучков, А.А. Родионова, И.Е. Шабанов // Труды научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Физико-технические проблемы энергетики, экологии и энергоресурсоснабжения». - Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГУ», 2011. - Вып. 13. – С. 64.

4 Ракитова, О. Государство и биоэнергетика [Текст] / О. Ракитова // Альтернативная энергетика. - 2007. - № 5-6. - С. 5-10.

cated to the 50th Anniversary of "Processes and devices for food and chemical industries", "Energy saving processes and devices in the food and chemical industries (ESPDFCI -2011)", Voronezh, 26-28 Sep., 2011. - Voronezh, 2011. - P. 356-360.

2 Rodionova, A.A. Development of scientific bases bioconversion technology multicomponent organic materials in energy [Text] / A.A. Rodionova, A.V. Zhuchkov // Actual biotechnology. - 2013. - № 1 (4). - P.46-48.

3 Zhuchkov, A.V. The prospect of fuel and energy by anaerobic digestion [Text] / A.V. Zhuchkov, A.A. Rodionova, I.E. Shabanov // Proceedings of the scientific-technical conference of young scientists and students " Physical and technical problems of energy, environment, energy and resource supply". – Voronezh: VSTU, 2011. - № 13. - P. 64.

4 Rakitova, O. State and bioenergy [Text] / O. Rakitova / Alternative Energy. - 2007. - № 5-6. - P. 5-10.

REFERENCES

1 Rodionova, A.A. Optimization of the process of biofuel production by anaerobic digestion of organic waste [Text] / A.A. Rodionova, A.V. Zhuchkov // Proceedings of the International Scientific and Practical Internet Conference dedi

УДК 664.1.039

Профессор В.А. Голыбин, доцент В.А. Федорук,
аспирант М.П. Волошина

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, тел. (473) 255-37-32

преподаватель М.А. Лавренова,

(ФГОУ СПО «Жердевский колледж сахарной промышленности»),
тел. (47535) 5-45-08

Щелочно-термическое разложение редуцирующих веществ диффузионного сока

Обоснованы режимы технологических операций, позволяющие снизить щелочно-термическое разложение редуцирующих веществ диффузионного сока.

The modes of technological operations that reduce the thermal decomposition of alkaline-reducing substances diffusion juice are justified.

Ключевые слова: очистка диффузионного сока, редуцирующие вещества, щелочно-термическое разложение

В ходе производственного сезона на сахарные заводы поступает свекла с различным составом различных химических соединений несахаров, наиболее вредными из которых являются редуцирующие вещества (РВ) – смесь моносахаров, глюкозы, фруктозы и др. В свекле в начале и середине производственного сезона содержание РВ не превышает 0,08-0,12 % к ее массе. Во второй его половине содержание указанных химических соединений возрастает до 0,2 % к массе свеклы и более. В процессе диффузионного извлечения сахарозы РВ полностью переходят из внутриклеточного объема свекловичной ткани в диффузионный сок, а затем в его составе поступают на известково-углекислотную очистку.

В условиях высокой щелочности, обусловленной избытком гидроксида кальция, протекает щелочно-термическая конверсия РВ, вызывающая появление в очищаемом сахарном растворе дополнительных вредных несахаров – новых химических соединений, в основном, красящих веществ и различных органических кислот.

По современной технологии сахарного производства нормативное разложение редуцирующих веществ, находящихся в очищаемом диффузионном соке, должно быть проведено в процессе основной дефекации с регулируемым температурным режимом в условиях избытка известковой щелочности с последующим удалением появившихся продуктов распада за счет адсорбции карбонатом кальция при обработке сока диоксидом углерода (сатурация).

Наибольшее влияние на степень термохимического разложения РВ оказывают температура реакционной среды, продолжительность известковой обработки и величина активной щелочности, выраженной через расход оксида кальция (СаО). В ранее выполненных исследованиях расход СаО на основную дефекацию (ОД) принимался равным или очень близким к производственному – в пределах 2,0-2,5 % к массе свеклы или 105-125 % к массе несахаров диффузионного сока. Добавление 2,0 % СаО в лабораторных условиях не является характерным для ОД в производственных условиях. С учетом возврата на прогрессивную преддефекацию нефильтрованного сока I сатурации и сгущенных карбонатных суспензий активная щелочность очищаемого сока в процессе ОД составляет 1,0-1,4 % СаО [1]. Кроме того, проведение дополнительной дефекации фильтрованного сока перед II сатурацией требует отбора определенной части активной извести с операции ОД, что снижает фактический расход реагента и меняет условия щелочного разложения РВ [2]. Известно, что частицы нерастворившегося гидроксида кальция, имеющиеся в реакционной среде, участвуют в адсорбционном процессе поглощения первичных реакционноспособных продуктов распада РВ.

В последние годы на отечественных сахарных заводах перерабатывают значительные объемы свеклы, выращенной из семян зарубежной селекции. Химический состав такой свеклы имеет большую зависимость от климатических условий вегетации, при краткосрочном хранении

в свекле происходят значительные изменения, вызывающие накопление в ней вредных растворимых несахаров. Содержание редуцирующих веществ в хранившейся свекле возрастает в 3-4 раза и достигает 0,35-0,55 % к ее массе [3].

С учетом вышесказанного нами для исследований степени разложения РВ были приняты следующие факторы: температура реакционной среды и продолжительность известковой обработки, расход гидроксида кальция. Для получения данных, исключающих влияние других несахаров, исследования проводились на модельных водных растворах, содержащих 12 % сахарозы. Гидроксид кальция получали из свежееобожженного оксида кальция (х.ч) путем его гашения водой. После охлаждения известкового молока весовым методом определяли его плотность, рассчитывали массовую долю оксида кальция и требуемый объем известковой суспензии для ввода в реакционную среду.

После проведения в контролируемых условиях разложения РВ отбирали из сосуда пробы рабочего раствора, охлаждали до 20 °С, фильтровали, доводили уксусной кислотой до нейтральной реакции и выполняли анализы по стандартным методикам с определением мас-

совых долей сухих веществ, остатка РВ, оптической плотности (D) с помощью фотоколориметра при рекомендуемой длине волны.

К. Вуков в своих исследованиях для нейтрализации остаточной щелочности рабочего раствора обрабатывал его диоксидом углерода до pH₂₀ 7,0-7,5 [4]. По нашему мнению такой способ неприемлем для определения оптической плотности растворов после ОД, т.к. фактически проводилась карбонизация остаточного количества оксида кальция с образованием карбоната кальция, являющегося эффективным адсорбентом образовавшихся красящих веществ, что не позволяет получать объективных экспериментальных данных.

Распад РВ и образование красящих веществ исследовали при вводе в реакционные среды с определенной температурой расчетные объемы известкового молока, эквивалентные расходу 0,5 и 1,0 % СаО к массе раствора.

Известковую обработку модельных растворов, содержащих РВ, проводили по классической схеме в два этапа: вначале предварительная дефекация при малом расходе щелочи и pH среды 11,0 (0,2 % СаО), затем основная дефекация с добавлением 0,5 и 1,0 % СаО (таблицы 1, 2).

Т а б л и ц а 1

Распад РВ (0,3 %) при расходе СаО 0,5 % к массе раствора

Время, мин	Показатели распада РВ при температуре, °С					
	70		80		90	
	остаток РВ, %	D, ед./ 100 СВ	остаток РВ, %	D, ед./ 100 СВ	остаток РВ, %	D, ед./ 100 СВ
1	2	3	4	5	6	7
Предварительная дефекация						
4	96,0	0,08	91,5	0,25	79,0	2,08
Основная дефекация						
1	82,3	0,37	66,0	1,39	49,4	4,45
2	69,5	0,52	50,0	2,28	38,0	6,54
3	58,9	0,84	41,0	2,81	28,3	7,45
4	53,2	1,18	33,6	3,29	23,0	8,36
5	48,4	1,50	25,5	3,81	18,7	8,63
6	43,0	1,75	24,0	4,27	15,5	8,86
8	34,5	2,30	16,8	5,02	12,4	9,00
10	28,5	2,79	12,7	5,42	11,0	9,10
14	21,0	3,42	10,9	5,83	9,3	9,18
16	18,5	3,47	9,3	6,06	7,8	9,25
20	14,7	3,67	8,2	6,38	5,6	9,30

Из данных таблицы 1 видно значительное увеличение оптической плотности рабочих растворов с повышением температуры: при 70 °С - D 3,67 ед. (остаток РВ 14,7 %); при 90 °С и той же степени распада редуцирующих веществ оптическая плотность увеличилась до

8,95 ед. или в 2,44 раза. Наблюдается существенный рост удельной оптической плотности рабочих растворов в условиях оптимальной известковой преддефекации: при 70 °С распад РВ 4 % (0,02 ед. оптической плотности на 1 % разложившихся РВ); при 90 °С распад РВ 21 %

(0,1 ед. оптической плотности на 1 % РВ), т.е. в 5 раз больше. Вклад предварительной и основной дефекаций в образование красящих веществ на 1 часть разложившихся РВ: при 70 °С 2,73 ед.; при 90 °С 6,25 ед. или в 2,29 раза

больше. Полученные результаты подтверждают целесообразность осуществления преддефекации диффузионного сока при переработке свеклы пониженного качества в режиме тепловой обработки (в интервале 55-60 °С) [5].

Т а б л и ц а 2

Распад РВ (0,3 %) при расходе СаО 1,0 % к массе раствора

Время, мин	Показатели распада РВ при температуре, °С					
	70		80		90	
	остаток РВ, %	D, ед./ 100 СВ	остаток РВ, %	D, ед./ 100 СВ	остаток РВ, %	D, ед./ 100 СВ
1	2	3	4	5	6	7
Предварительная дефекация						
4	95,7	0,09	91,2	0,26	79,3	2,11
Основная дефекация						
1	68,5	0,56	51,2	1,43	33,2	3,03
2	50,7	1,08	33,6	2,79	18,3	5,58
3	41,8	1,51	24,0	3,86	11,8	7,65
4	35,0	1,87	18,6	4,55	9,2	8,84
6	25,1	2,39	11,2	5,34	5,4	9,95
8	18,2	2,75	9,1	5,66	5,0	10,35
10	13,7	3,03	7,3	5,87	4,6	10,50
16	6,5	3,46	4,4	6,38	4,2	10,64
20	4,6	3,55	3,6	6,50	3,8	10,72

Увеличение расхода СаО на основную дефекацию в два раза (таблица 2) позволило увеличить степень распада РВ, особенно при 70 °С (остаток несахаров в 3,2 раза меньше) при снижении оптической плотности рабочих растворов. Высокая температура основной дефекации (90 °С), несмотря на двукратное увеличение расхода гидроксида кальция, приводит к интенсивному росту оптической плотности рабочих растворов: при достижении сте-

пени распада редуцирующих веществ 94,6 % последующий прирост этого показателя всего на 1 % вызывал увеличение оптической плотности на 0,77 ед.

Рассчитали количественные показатели массы образующихся продуктов распада редуцирующих несахаров (красящих веществ) с использованием величины оптической плотности рабочих растворов (таблица 3).

Т а б л и ц а 3

Изменение удельной оптической плотности при разных условиях разложения редуцирующих веществ

Показатели распада РВ	Продолжительность известковой обработки (ОД), мин							
	5	10	15	20	5	10	15	20
	0,3 % РВ, 0,5 % СаО				0,3 % РВ, 1,0 % СаО			
Температура 70 °С								
Распад РВ, %	47,6	67,5	76,3	81,3	70,1	82,0	88,0	91,1
Распад РВ, г	0,75	1,06	1,20	1,28	1,12	1,29	1,39	1,43
D, ед./100 СВ	1,42	2,71	3,37	3,59	2,04	2,94	3,30	3,46
Удельная D, ед./г РВ	1,89	2,56	2,81	2,80	1,82	2,28	2,37	2,42
Температура 90 °С								
Распад РВ, %	60,3	68,0	71,0	73,4	72,0	74,7	75,1	75,5
Распад РВ, г	0,95	1,07	1,12	1,16	1,13	1,17	1,18	1,19
D, ед./100 СВ	6,55	7,02	7,14	7,22	7,29	8,39	8,51	8,61
Удельная D, ед./г РВ	6,89	6,56	6,38	6,22	6,45	7,17	7,21	7,24

На начальной стадии основной дефекации за первые 5 мин разложения РВ удельная оптическая плотность при 90 °С в 3,6 раза выше, чем при 70 °С (расход СаО 0,5 %). При увеличении ввода гидроксида кальция в 2 раза при 70 °С наблюдается снижение удельной оптической плотности рабочих растворов, что можно объяснить наличием в реакционной среде частиц нерастворившегося гидроксида кальция с достаточно высокой поверхностной активностью [6]. При 90 °С увеличение ввода гидроксида кальция несколько повышает удельную оптическую плотность за счет высокой скорости появления в реакционной среде продуктов щелочного распада редуцирующих веществ, которые адсорбируются частицами карбоната кальция в процессе последующей карбонизации оксида кальция недостаточно полно. В отличие от работы [6], в которой исследования проводились в водных растворах (рН 11,8), в наших опытах в рабочих растворах присутствовала сахароза (12 %), что уменьшало вероятность присутствия нерастворившихся частиц гидроксида кальция и увеличивало активную щелочность среды (рН 12,4). По данным А.Р. Сапронова с повышением рН реак-

ционной среды быстрее достигается максимум оптической плотности продуктов распада редуцирующих веществ, после чего с течением времени наблюдается ее снижение [1]. В условиях наших опытов (90 °С, рН 12,4) происходит быстрое разложение редуцирующих веществ, и параллельно протекают реакции полимеризации образовавшихся первичных реакционноспособных продуктов с укрупнением молекул красящих веществ и некоторым изменением их свойств, однако состояние их коагуляции еще не достигается.

Из полученных экспериментальных данных можно сделать вывод о предпочтительном термохимическом разложении редуцирующих веществ, содержащихся в значительном количестве в исходном диффузионном соке, при невысокой температуре основной дефекации (не выше 70 °С) – за 20 мин процесса достигается высокая степень их распада (более 95 %) с низкой оптической плотностью образующихся вторичных продуктов – красящих веществ [7].

Выполнены исследования щелочного распада РВ в более мягких условиях основной дефекации, характеризующих теплый режим известковой обработки при 50 и 60 °С (таблицы 4, 5).

Т а б л и ц а 4

Показатели разложения РВ при пониженной температуре известковой обработки

Время, мин	Разложение РВ (0,5 %), ввод 1,0 % СаО при температуре, °С			
	50		60	
	остаток РВ, %	D, ед. /100 СВ	остаток РВ, %	D, ед. /100 СВ
5	76,5	0,45	52,6	1,26
10	62,0	0,81	33,0	2,08
15	50,1	1,14	24,1	2,76
20	39,2	1,43	18,1	3,30
25	32,4	1,74	14,8	3,68
30	27,6	1,98	13,6	3,86
Нагревание рабочего раствора до 85 °С в течение 9 мин				
9	4,9	4,70	5,0	5,47

Т а б л и ц а 5

Изменение удельной оптической плотности растворов при различных условиях разложения (0,5 % РВ, 1,0 % СаО)

Показатели	Продолжительность известковой обработки (мин) при температуре, °С						Нагревание до 85 °С	
	10	20	30	10	20	30	от	
	50			60			50 °С	60 °С
	1,00	1,60	1,90	1,76	2,15	2,27	2,23	2,43
Распад РВ, г	1,00	1,60	1,90	1,76	2,15	2,27	2,23	2,43
D, ед./ 100 СВ	0,81	1,43	1,98	2,08	3,30	3,86	4,70	5,47
Удельная D, ед. /г РВ	0,81	0,89	1,04	1,18	1,53	1,70	2,11	2,25

Из приведенных в таблицах 4, 5 данных видно заметное снижение оптической плотности рабочих растворов после разложения РВ в условиях теплой длительной дефекации и медленным их нагреванием до оптимальной температуры карбонизации (85 °С).

Величины удельной оптической плотности рабочих растворов после их нагревания до 85 °С при одинаковых степенях распада РВ (около 95 %) составили 2,11 и 2,25 ед./г разложившихся несахаров, что в 3,0-3,5 раза ниже, чем при 90 °С (таблица 3).

Таким образом, с точки зрения минимального образования красящих веществ - продуктов щелочно-термического разложения редуцирующих веществ, и создания благоприятных условий их адсорбционного удаления частицами карбоната кальция на последующей ступени очистки – карбонизации, целесообразно вначале проводить комбинированную основную дефекацию диффузионного сока с длительной (до 30 мин) первой теплой ступенью и последующим медленным (в течение 7-9 мин) нагреванием очищаемого сока до 82-85 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1 Сапронов, А.Р. Технология сахара [Текст] / А.Р. Сапронов, Л.А. Сапронова, С.В. Ермаев. – СПб.: ИД «Профессия», 2013. – 296 с.

2 Голыбин, В.А. Эффективность завершающей стадии очистки диффузионного сока [Текст] / В.А. Голыбин, В.А. Федорук, Ю.И. Зелепукин, А. А. Ткачев // Сахар. – 2012. – № 9. – С. 30-33.

3 Чернявская, Л.И. На пороге ВТО: качество сырья и продукции сахарного производства стран СНГ [Текст] / Л.И. Чернявская // Сахар. – 2006. – № 6. – С. 9-14.

4 МакДжинис, Р.А. Свеклосахарная технология [Текст] / Р.А. МакДжинис. – 2002. – 224 с.

5 Голыбин, В.А. Анализ факторов эффективности прогрессивной преддефекации [Текст] / В.А. Голыбин, В.А. Федорук, Н.А. Воронкова // Сахар. – 2013. – № 6. – С. 74-80.

6 Бугаенко, И.Ф. Адсорбция красящих веществ частицами гидроокисей [Текст] / И.Ф. Бугаенко, С. Г. Махмуд // Известия вузов. Пищевая технология. – 1980. – № 6. – С. 58 – 60.

7 Голыбин, В.А. Повышение эффективности использования гидроксида кальция для очистки диффузионного сока [Текст] / В.А. Голыбин, В.А. Федорук, А.А. Ткачев // Вестник ВГУИТ. – 2012. – № 2. – С. 144 – 148.

REFERENCES

1 Sapronov, A.R. Technology of sugar [Text] / A.R. Sapronov, L.A. Sapronova, S.V. Yermolaev. - StP: PH «Professiya», 2013. - 296 p .

2 Golybin, V.A. The effectiveness of the final stages of juice purification [Text] / V.A. Golybin, V.A. Fedoruk, Y.I. Zelepukin, A.A. Tkachev // Sugar. – 2012. – № 9. – P. 30-33.

3 Chernjavskaja, L.I. On the eve of the WTO: the quality of raw materials and products of sugar production of the CIS [Text] / L.I. Chernyavskaya// Sugar. – 2006. – № 6. – P. 9-14.

4 McGinis, R.A. Beet-Sugar Technology [Text] / R.A. McGinis. - 2002. - 224 p.

5 Golybin, V. A. Analysis of the factors of efficiency progressive preliming [Text] / V.A. Golybin, V.A. Fedoruk, N.A. Voronkov // Sugar. - 2013. – № 6. – P. 74-80.

6 Bugaenko, I.F. Adsorption of dyes hydroxide particles [Text] / I.F. Bugaenko, S.G. Mahmood // Proceedings of the universities. Food technology. – 1980. – № 6. – P. 58 - 60.

7 Golybin, V.A. More efficient use of calcium hydroxide to extract purification [Text] / V.A. Golybin, V.A. Fedoruk, A.A. Tkachev // Bulletin of VSUET. - 2012. - № 2. - P. 144 - 148.

Профессор Н.Г. Кульнева, аспирант А.И. Шматова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии бродильных и сахаристых
производств, тел. (473) 255-37-32

Разработка технологии получения и очистки концентрированных сахарных растворов с использованием электрического поля

Исследовано влияние электрического поля на изменение качественных показателей продуктов при переработке тростникового сахара-сырца, определены оптимальные параметры процесса.

Influence of electric field on change of quality indicators of products when processing reed sugar raw is investigated, optimum parameters of process are determined.

Ключевые слова: тростниковый сахар-сырец, электроактивация, очищенная клеровка

В связи с сезонностью свеклосахарного производства и неполным обеспечением России сахаром, произведенным из отечественного сырья, некоторые заводы в межсезонный период перерабатывают тростниковый сахар-сырец.

Среди несахаров тростникового сахара-сырца около половины составляют вещества коллоидной дисперсности и высокомолекулярные соединения (ВКД и ВМС). Содержание их в сахаре-сырце колеблется в пределах 0,78-1,66 % и зависит от качества перерабатываемого тростника, технологической схемы, способа и продолжительности хранения. Данные несахара отрицательно влияют на технологические процессы, снижают выход и качество готовой продукции.

С целью повышения эффективности удаления несахаров из сахара-сырца, особенно высокомолекулярных, провели исследования по электроактивации воды или промыв, используемых для получения клеровки сахара-сырца.

Воду или промой с содержанием сухих веществ 10 %, предназначенные для приготовления клеровки, подвергали электрообработке в специальном устройстве [1] при определенных напряженности электрического поля и продолжительности процесса.

Сахар-сырец растворяли в горячей активированной воде (промыв) температурой 80 °С до массовой доли сухих веществ в растворе 55 %. Полученную клеровку нагревали до 80 °С, проводили основную дефекацию длительностью 10 мин при расходе оксида кальция 4,0 % к массе клеровки, карбонизировали

до pH 10,5-10,7, без промежуточного фильтрования обрабатывали оксидом кальция (0,4 % к массе клеровки) 5 мин, сатурировали до pH 9,0-9,5 и фильтровали. В полученном фильтрате определяли качественные показатели (таблица 1). Для сравнения получали и очищали клеровку по этой же схеме без электрообработки жидкости для клерования.

Экспериментально установлено, что с увеличением продолжительности электроактивации жидкости для клерования чистота очищенной клеровки плавно возрастает. При напряженности 10,3 В/см чистота выше, чем при 5,6 В/см.

Цветность, массовые доли солей кальция и редуцирующих веществ в очищенной клеровке, полученной при активации воды в течение одной минуты, меньше, чем очищенной по типовой схеме (цветность на 9-12 ед., массовая доля солей кальция на 0,01-0,02 %, массовая доля редуцирующих веществ на 0,01-0,06 %). Дальнейшее увеличение времени воздействия электрического поля незначительно влияет на изменение цветности.

Массовые доли солей кальция и редуцирующих веществ снижаются при увеличении длительности активации. Качественные показатели клеровки, полученной при обработке воды электрическим полем напряженностью 10,3 В/см лучше, чем при обработке напряженностью 5,6 В/см.

Повышение напряженности электрического поля или продолжительности обработки приводит к увеличению концентрации электрохимически активных реакционноспособных

веществ, благодаря чему большее количество различных групп несахаров осаждается в процессе известково-углекислотной очистки клеровки. При обработке воды электрическим током происходит образование ионов H^+ , используемых для электрохимических реакций, и

ионов OH^- , способствующих образованию соединений со значительной адсорбционной поверхностью, на которой адсорбируются в большом количестве различные несахара, в том числе высокомолекулярные соединения и вещества коллоидной дисперсности [2].

Т а б л и ц а 1

Влияние электроактивации жидкости для клерования сахара-сырца на качественные показатели очищенной клеровки

Напряженность поля, В/см	Продолжительность обработки, мин	Показатели очищенной клеровки			
		Чистота, %	Цветность усл. ед.	Мас. доля солей кальция, %	Мас. доля редуцирующих в-в, %
Типовая	-	97,3	22,32	0,063	0,078
5,6	1	97,6	13,20	0,055	0,070
5,6	3	97,7	12,34	0,052	0,065
5,6	5	97,7	12,12	0,048	0,062
10,3	1	97,6	10,38	0,046	0,026
10,3	3	97,7	10,25	0,033	0,020
10,3	5	97,7	10,21	0,030	0,019

Для выбора рациональных значений факторов, влияющих на процесс получения и очистки клеровки тростникового сахара-сырца с использованием электроактивированной воды для клерования, применяли математические методы планирования. Основными факторами, влияющими на обработку воды, выбрали: X_1 – напряженность электрического поля, В/см; X_2 – продолжительность обработки, мин. Выбор интервалов измерения факторов обусловлен технологическими условиями проведения процесса с учетом расхода электроэнергии (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Пределы измерения входных параметров при электроактивации растворителя для сахара-сырца

Условия планирования	Параметры процесса электроактивации	
	X_1 , В/см	X_2 , мин
Основной уровень	5,9	2,25
Интервал варьирования	3,1	1,25
Верхний уровень	9,0	3,50
Нижний уровень	2,8	1,00
Верхняя «звёздная точка»	10,3	4,00
Нижняя «звёздная точка»	1,5	0,50

Критериями оценки влияния данных факторов на показатели очищенной клеровки выбрали: Y_1 – чистоту, %; Y_2 – цветность, усл. ед.; Y_3 – массовую долю солей кальция, % и Y_4 – массовую долю редуцирующих веществ, %, в очищенной клеровке.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получили уравнения:

$$Y_1 = 98,2304 + 0,0264X_1 + 0,0200X_2 - 0,1803X_1^2 + 0,0125X_1X_2 - 0,2478X_2^2;$$

$$Y_2 = 18,4689 + 0,6069X_1 - 9,9120X_2 + 2,8918X_1^2 + 3,8675X_1X_2 + 2,6467X_2^2;$$

$$Y_3 = 0,0450 - 0,0068X_1 + 0,0010X_2 + 0,0028X_1^2 + 0,0058X_1X_2 + 0,0003X_2^2;$$

$$Y_4 = 0,0930 + 0,0030X_1 + 0,0054X_2 - 0,0003X_1^2 + 0,0088X_1X_2 - 0,0103X_2^2.$$

Анализ этих уравнений позволяет выделить факторы, оказывающие наибольшее влияние на рассматриваемый процесс.

Чистота клеровки в наибольшей степени зависит от напряженности электрического поля и повышается с ее увеличением (рисунок 1).

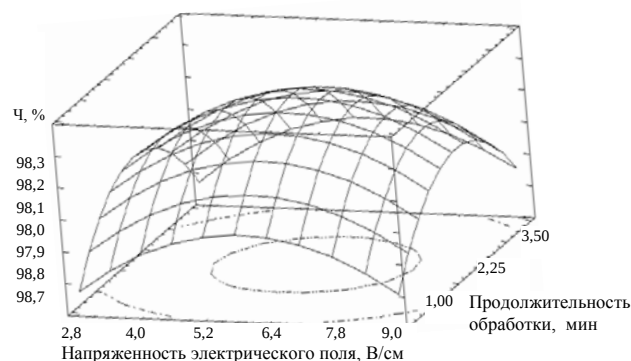


Рисунок 1 - Зависимость чистоты очищенной клеровки от напряженности электрического поля и продолжительности обработки

Максимум чистоты наблюдается для клеровки, полученной при обработке жидкости

для клерования электрическим полем напряженностью 6,5 В/см в течение 2,25 минут.

Цветность очищенной клеровки при повышении продолжительности обработки заметно снижается. Изменение напряженности электрического поля оказывает на цветность меньшее влияние.

Возрастание напряженности электрического поля приводит к снижению массовой доли солей кальция в очищенной клеровке. При низкой напряженности электрического поля с увеличением продолжительности обработки содержание кальциевых солей убывает, а при высокой – растет.

На содержание редуцирующих веществ также большое влияние оказывает продолжительность обработки: с уменьшением времени обработки содержание редуцирующих веществ снижается (рисунок 2).

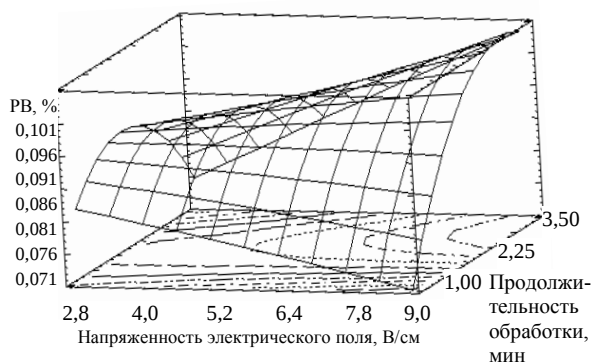


Рисунок 2 - Зависимость массовой доли редуцирующих веществ от напряженности электрического поля и продолжительности обработки

Установлено, что влияние напряженности электрического поля и длительности электрообработки на содержание редуцирующих веществ в очищенной клеровке имеет сложный характер. При малой продолжительности обработки с увеличением напряженности массовая доля редуцирующих веществ снижается. При продолжительности активации более двух минут с повышением напряженности электрического поля массовая доля редуцирующих веществ растет.

При подаче потенциала на электроды в жидкости возникает перераспределение концентраций электрохимически активного вещества, обусловленное воздействием электрического поля. Между электродом и жидкостью образуется двойной электрический слой, в пределах которого создаются высокие концентрации электрохимически активных реакционноспособных веществ. Далее в процессе очистки эти вещества взаимодействуют с несахарами клеровки. За счет электростатических сил происходит агрегирование разно-

именно заряженных частиц, интенсивное мицеллообразование и коагуляция взвешенных частиц и удаление их из клеровки, что улучшает качественные показатели клеровки [3].

На основании полученных экспериментальных данных построены номограммы по чистоте, цветности, массовой доле солей кальция и редуцирующих веществ (рисунок 3), пользуясь которыми можно достичь определенных качественных показателей очищенной клеровки при различном сочетании параметров электрохимической активации жидкости для клерования тростникового сахара-сырца.

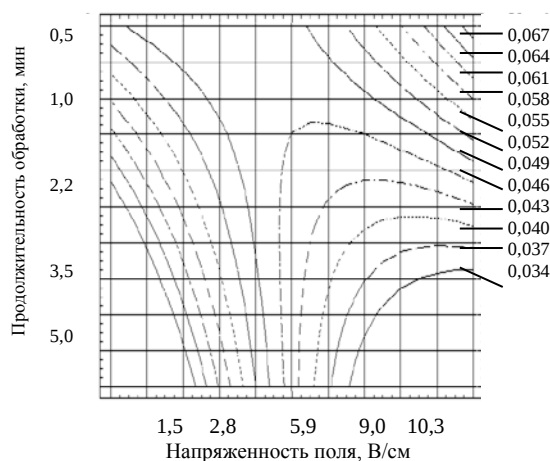


Рисунок 3 - Зависимость содержания солей кальция в клеровке от напряженности поля и продолжительности обработки

Учитывая, что напряженность электрического поля и продолжительность обработки неоднозначно влияют на качественные показатели клеровки, проведен выбор оптимальных условий процесса [2]. Задача оптимизации заключалась в поиске условий, при которых чистота очищенной клеровки максимальна, а цветность, массовые доли солей кальция и редуцирующих веществ в клеровке – минимальны. Анализируя полученные значения обобщенной функции желательности можно сделать вывод, что оптимальными условиями активации жидкости для клерования являются: напряженность электрического поля 5,9 В/см; продолжительность обработки 2,25 мин.

Кроме того, хорошие результаты могут быть получены при напряженности электрического поля 2,8 В/см и 9,0 В/см и, соответственно, продолжительности обработки 3,5 мин и 1 мин.

Проведена серия опытов по изучению влияния условий электрообработки промыв на качественные показатели очищенной клеровки сахара-сырца (таблица 3) [4].

При обработке промоя электрическим полем в течение одной минуты наблюдается повышение чистоты клеровки на 1,0-1,5 % по сравнению с клеровкой, полученной без элек-

трообработки. Увеличение времени обработки с напряженностью поля 10,3 В/см не приводит к изменению чистоты, а с напряженностью 5,6 В/см – к незначительному повышению.

Т а б л и ц а 3

Качественные показатели очищенной клеровки при различных параметрах электрообработки промоя перед клерованием сахара-сырца

Напряженность электрич. поля, В/см	Продолжительность обработки, мин	Показатели очищенной клеровки			
		Ч, %	Цв., усл. ед.	Мас. доля солей кальция, % СаО	Мас. доля редуцирующих в-в, %
-	-	95,9	22,9	0,074	0,215
5,6	1	97,2	20,5	0,069	0,210
5,6	3	97,4	14,9	0,063	0,205
10,3	1	97,5	11,4	0,051	0,161
10,3	3	97,5	11,2	0,061	0,165
Клеровка, приготовленная на аммиачной воде					
Типовая		97,1	15,7	0,035	0,202

Цветность клеровки, полученной с использованием промоя, обработанного электрическим полем напряженностью 5,6 В/см, снижается с ростом продолжительности обработки. Увеличение длительности электрического воздействия при напряженности 10,3 В/см на промой нецелесообразно с точки зрения снижения цветности.

Массовые доли солей кальция и редуцирующих веществ в очищенной клеровке, полученной при активации промоя в течение 1 мин меньше, чем полученной на промое без электроактивации (массовая доля солей кальция - на 0,01-0,02 %, массовая доля редуцирующих веществ - на 0,01-0,04 %). Дальнейшее увеличение времени обработки при напряженности поля 5,6 В/см практически не изменяет данные показатели. При обработке промоя электрическим полем напряженностью 10,3 В/см происходит незначительное повышение массовых долей солей кальция и редуцирующих веществ.

Для напряженности электрического поля 5,6 В/см увеличение времени активации промоя приводит к улучшению качественных показате-

лей клеровки. При обработке промоя электрическим полем напряженностью 10,3 В/см с повышением времени воздействия происходит снижение качественных показателей очищенной клеровки, что обусловлено деструктивными изменениями веществ в промое. Образовавшиеся продукты распада в процессе известково-углекислотной очистки образуют с сахарами сахара-сырца трудно осаждаемые комплексы.

Клеровка, приготовленная на аммиачной воде, позволяет получить очищенную клеровку с более высокими качественными показателями, чем при переработке клеровки, полученной на промое, что обусловлено поступлением меньшего количества сахаров на верстат завода.

Проведены исследования по электрообработке продуктов переработки сахара-сырца. На клеровку смеси тростникового сахара-сырца и желтого сахара третьей кристаллизации воздействовали электрическим полем в течение 30 и 60 с при температуре 60 °С и напряженности 2,7; 5,5; 6,6 В/см (таблица 4). Далее проводили известково-углекислотную очистку полученной клеровки по традиционной схеме.

Т а б л и ц а 4

Влияние электрообработки на показатели очищенной клеровки сахара-сырца

Продолжительность, с	Напряженность, В/см	Показатели очищенной клеровки		
		Чистота, %	Массовая доля редуцирующих веществ, %	Цветность, усл. ед.
30	2,7	99,3	0,079	11,78
	5,5	98,9	0,075	11,85
	6,6	98,9	0,069	12,53
60	2,7	98,9	0,090	13,15
	5,5	98,9	0,090	13,10
	6,6	98,8	0,094	12,69
-	-	98,1	0,107	15,40

Примечание. Чистота исходной клеровки 96,4 %, цветность 25,4 усл. ед.

Результаты исследования свидетельствуют, что под действием электрического поля улучшаются качественные показатели клеровки: чистота увеличивается по сравнению с очищенной по типовой схеме на 1 %, цветность снижается на 4 ед., массовая доля редуцирующих веществ - на 0,03 %. Рациональным является режим следующий электрообработки: температура 60 °С, продолжительность 30 с, напряжённость электрического поля 2,7 В/см.

Для установления рациональных условий получения и очистки клеровки проведен сравнительный анализ различных схем (рисунок 3-6):

- 1 – типовая;
- 2 – с электроактивацией аммиачной воды;
- 3 – с электроактивацией промоя;
- 4 – обработка электрическим полем клеровки.

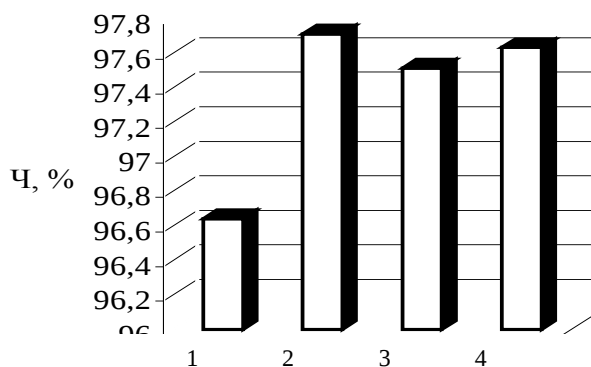


Рисунок 3 – Зависимость чистоты очищенной клеровки от способа получения

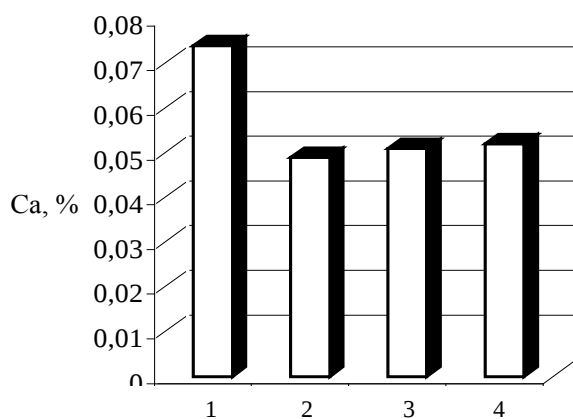


Рисунок 4 – Массовая доля солей кальция в очищенной клеровке в зависимости от способа получения клеровки

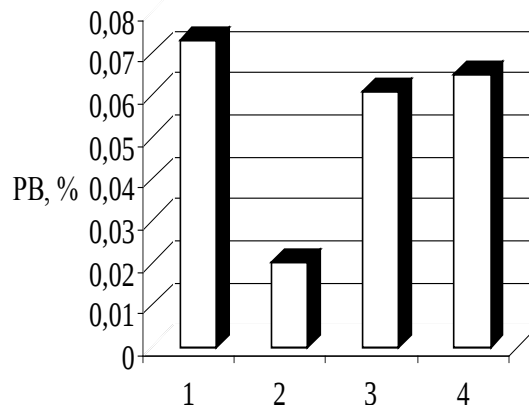


Рисунок 5 – Массовая доля редуцирующих веществ в очищенной клеровке

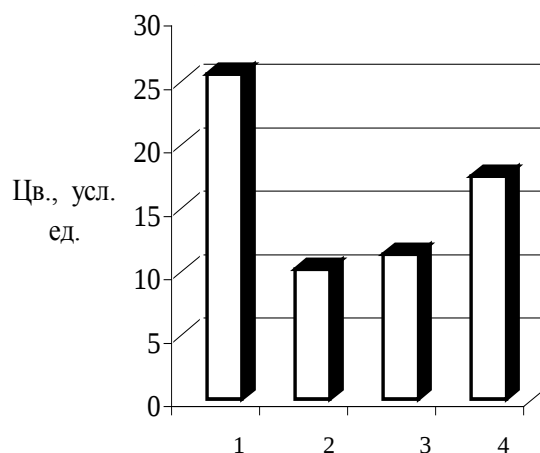


Рисунок 6 – Зависимость цветности очищенной клеровки от способа ее получения

Полученные результаты свидетельствуют, что лучшие качественные показатели имеет очищенная клеровка, полученная клерованием сахара-сырца электроактивированной аммиачной водой с последующей известково-углекислотной очисткой: чистота выше на 1-2 %, цветность ниже на 10-15 единиц, массовая доля солей кальция ниже на 0,001-0,005 %, массовая доля редуцирующих веществ ниже на 0,04-0,05 %.

Использование промоя при клеровании снижает потери сахарозы в производстве, но вводит в клеровку дополнительно несахара, которые плохо удаляются в процессе последующей известково-углекислотной очистки и являются причиной увеличения выхода мелассы и потерь в ней сахарозы. Это сводит к минимуму достигаемый эффект от использования промоя.

Проведение электрообработки промоя перед клерованием позволяет повысить эффективность дефеко saturации и получить очищенную клеровку с хорошими качественными показателями.

Можно подвергать электрообработке непосредственно клеровку, но в этом случае возрастают затраты электроэнергии в связи с увеличением объема и изменением физических характеристик обрабатываемой среды.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пат. RU 2183676 Российская Федерация, МПК⁷ C13D 3/18 C02F 1/46 Устройство для электрохимической очистки жидкости [Текст] / Н.Г. Кульнева; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ВГТА». - № 2000127951; заявл. 08.11.2000; опубл. 20.06.2002, Бюл. № 17.

2 Голыбин, В. А. Электротехнологии в производстве сахара [Текст]: монография / В.А. Голыбин, Н.Г. Кульнева, В.А. Федорук. – Воронеж: ВГТА, 2007 - 236 с.

3 Пат. RU 2260623 Российская Федерация, МПК⁷ C13F 1/00 C13D 3/02 Способ получения клеровки сахара [Текст] / В.А. Голыбин, Н.Г. Кульнева, В.А. Федорук; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ВГТА». - № 2003132580/13; заявл. 06.11.2003; опубл. 20.09.2005, Бюл. № 26.

4 Голыбин, В.А. Использование электрического поля для очистки производственных сахар

содержащих растворов [Текст] / В.А. Голыбин, Н.Г. Кульнева, В.А. Федорук // Известия вузов. Пищевая технология. - 2003. - № 5-6. – С. 94-96.

REFERENCES

1 Pat . RU 2183676 Russian Federation MPK7 C13D 3/18 S02F 1/46 Device for electrochemical cleaning liquid [Text] / N.G. Kulneva; applicant and patentee HPE "VSTA". - № 2000127951; appl. 08.11.2000, publ. 20.06.2002, Bull. № 17.

2 Golybin, V.A. Electrotechnologies in sugar production [Text]: monograph / V.A. Golybin, N.G. Kulneva, V.A. Fedoruk. - Voronezh: VSTA, 2007. - 236 p.

3 Pat. RU 2260623 Russian Federation MPK7 C13F 1/00 S13D 3/02 A method for producing sugar klerovka [Text] / V.A. Golybin, N.G. Kulneva, V.A. Fedoruk; applicant and patentee HPE "VSTA". - № 2003132580 /13; appl. 06.11.2003, publ. 20.09.2005, Bull. № 26.

4 Golybin, V.A. Using electric fields for the production of sugar-containing cleaning solutions [Text] / V.A. Golybin, N.G. Kulneva, V.A. Fedoruk // Proceedings of the universities. Food technology. - 2003. - № 5-6. - P. 94-96.

Профессор В.А. Голыбин, аспирант К.В. Голова
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, тел. (473) 255-37-32

Использование фильтроперлита при проведении карбонизации сока в сахарном производстве

Исследование влияния дисперсности и электрокинетического потенциала частиц осадка карбоната кальция на процесс фильтрации очищаемого сока.

The influence of dispersion and zeta potential of particles of calcium carbonate sediment on the filtering process of cleaning juice is investigated.

Ключевые слова: перлит, карбонат кальция, фильтрация, дисперсность.

Повышенные требования к качеству сахара ставят перед работниками сахарной отрасли задачи целенаправленного усовершенствования технологии физико-химической очистки диффузионного сока. Целью очистки является максимальное удаление несахаров, получение очищенного сока с нормативной термоустойчивостью и получение суспензий сатурационных соков с необходимыми седиментационными и фильтрационными показателями [1].

В связи с тем, что качество вырабатываемого сахара-песка в значительной степени зависит от показателей очищенного сока, в комплексной оценке эффективности процессов очистки диффузионного сока следует учитывать не только степень удаления несахаров (эффект очистки) но и качество процесса фильтрации сатурационных соков – скорость фильтрации и показатели фильтрованного продукта.

В процессе фильтрации сатурационных соков частицы мути задерживаются, в основном, поверхностными и электрокинетическими силами микрокристаллов карбоната кальция.

При оценке качества фильтруемых соков кроме показателей фильтрата (цветность, мутность), немаловажным фактором, определяющим скорость фильтрации и состав фильтрата, являются свойства слоя фильтрующего осадка (сжимаемость и пористость, степень дисперсности кристаллов карбоната кальция). Технологические показатели качества фильтруемых соков характеризуются величинами щелочности, скорости осаждения твердой фазы и фильтрационного коэффициента.

В качестве фильтровальных материалов для различных жидких полупродуктов в сахарной промышленности нашли применение фильтроперлит и кизельгур [2]. Перлит, обладая разнородной формой частиц, относительно жесткой структурой и специфической проницаемостью, способен образовывать пористую фильтрующую лепешку и одновременно выступать высокоэффективным средством по удалению взвесей различного характера. Фильтроперлит – это аморфная алюмосиликатная порода, по своему химическому составу близкая к граниту.

С помощью цифровой камеры-окуляра для микроскопа DCM300 и программы ScopePhoto нами получены фотографии структуры частиц перлита (рисунок 1).

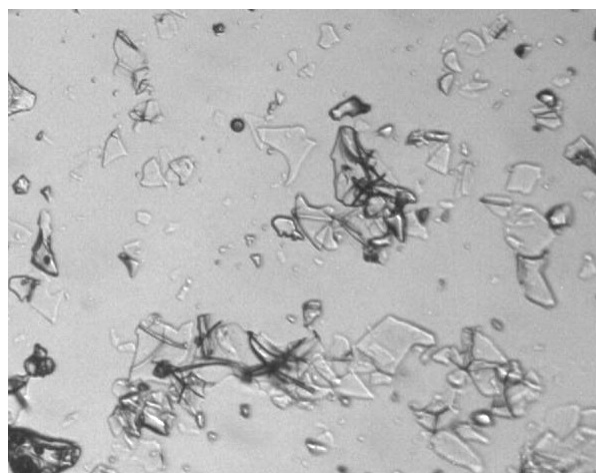


Рисунок 1 - Структура частиц перлита

На рисунке 1 видно, что исходный перлит представляет собой мелкозернистую полидисперсную структуру, состоящую из ломаных

гранул неправильной геометрической формы, благодаря чему его можно использовать для фильтрования крупных взвесей. С помощью микроскопирования установлен средний размер частиц исходного перлита, который составил для частиц менее 2 мкм – 63 %, 2-6 мкм – 33 %, 6-10 мкм – 4 %. В выполненной нами работе исследовано влияние дисперсности и электрокинетического потенциала частиц осадка карбоната кальция на процесс фильтрования очищаемого сока после его карбонизации до определенной величины pH.

Эксперименты проводили на производственном фильтрованном соке I сатурации. Для моделирования состава сахара с ориентацией на переработку свеклы пониженного качества в очищаемый сок вводили расчетные массы редуцирующих моносахаров (эквивалентную смесь х.ч. глюкозы и фруктозы). Известно, что продукты щелочно-термического разложения моносахаров существенно ухудшают фильтрационные показатели сатурационных соков [3].

Проводили типовую очистку сока I сатурации, включая процесс горячей известковой обработки перед II сатурацией (температура 85 °С, продолжительность 5 мин, расход известкового молока эквивалентен вводу 0,5 % CaO), II сатурацию при pH 9,3-9,5. В полученном соке II сатурации определяли величины ЭКП карбонатных суспензий и скорость фильтрования сока на лабораторной установке, работающей при избыточном давлении 0,2 МПа [4]. Для управляемого процесса формирования кристаллоструктуры частиц карбоната кальция, полученных в процессе обработки известкованного сока диоксидом углерода, в качестве кристаллической основы в очищаемый сок вводили различные количества активированного фильтроперлита.

В пробы сока № 1-3 вводили перлита от 0,015 до 0,05% к массе продукта, проба №4 - без добавления перлита (контрольный опыт). Результаты исследований представлены в таблице.

Т а б л и ц а 1

Показатели очищенного сока II сатурации в зависимости от расхода перлита

Показатели	Расход перлита, % к массе сока			
	0,015	0,033	0,050	Контроль (без перлита)
	№1	№2	№3	№4
ЭКП, мВ	6	4	4	7
Скорость фильтрования, см ³ /с	0,68	0,61	0,51	0,46

Из данных, приведенных в таблице, видно заметное увеличение скорости фильтрования сока при расходе перлита 0,015-0,033 % (на 33-47 % отн.) в сравнении с контролем.

Структура образовавшихся в процессе карбонизации сока частиц осадка карбоната кальция представлена на рисунке 2.

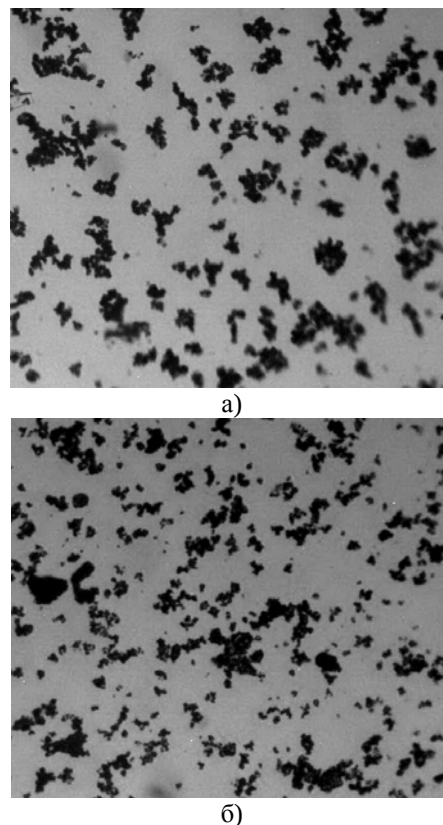


Рисунок 2 - Структура частиц осадка карбоната кальция: а) с введением перлита; б) без перлита

Предварительное активирование суспензии перлита перед вводом в очищаемый сок повышает концентрацию ионов кальция в жидкой фазе рабочей среды, приводит к росту положительного заряда частиц осадка карбоната кальция, в результате возрастает его адсорбционная способность. Введение суспензии активированного перлита перед II сатурацией позволяет значительно улучшить фильтрационные показатели сока II сатурации, более полно удалить сахара диффузионного сока и тем самым повысить эффект очистки. При использовании перлита в исследованном интервале расходов установлено формирование более однородной структуры частиц осадка карбоната кальция.

В суспензии, полученной без применения перлита, наблюдается полидисперсный состав частиц карбоната: менее 2 мкм – 58 %, 2-4 мкм – 35 %, 4-5 мкм – 5 %. При применении активированного перлита средний размер частиц осадка карбоната составил: 2-4 мкм – 85 %, 4 мкм – 15 %.

Установленное в исследовании снижение ξ -потенциала частиц карбоната свидетельствует о более полной адсорбции отрицательно заряженных несахаров на поверхности частиц осадка, что способствует повышению качества очищаемого сока [5].

На большой суммарной поверхности образовавшихся однородных частицах карбоната кальция при регулируемой по продолжительности карбонизации известкованного сока будут адсорбироваться по правилу Ф. Панета и К. Фаянса преимущественно катионы кальция (т.е. свои решеточные ионы), которые находятся в избытке в очищаемом соке и будут достраивать кристаллическую решетку частиц, создавая таким образом потенциалообразующий слой с положительным начальным зарядом. В то же время к поверхности образовавшихся положительно заряженных частиц карбоната кальция притягивается эквивалентное количество ионов обратного заряда (противоионов): анионов органических кислот – продуктов разложения редуцирующих моносахаров, а также микроанионов красящих соединений, остаточных фрагментов белковых, пектиновых веществ и продуктов их деградации, образуя так называемый «адсорбционный» слой. При этом, чем больше свободная (не занятая несахарами) поверхность осадка и концентрация потенциалообразующих ионов, тем больше положительный заряд и соответственно адсорбционный эффект [6].

В выполненном исследовании установлено положительное влияние использования в качестве кристаллической «затравки» для формирования однородной структуры микрокристаллов карбоната кальция при карбонизации очищаемого сока предварительно подготовленных частиц суспензии фильтроперлита с положительно заряженной поверхностью. При этом показано улучшение фильтрационных показателей карбонизированного сока и повышение адсорбционной способности частиц карбоната кальция по отношению к несахарам свекловичного сока.

ЛИТЕРАТУРА

1 Голыбин, В.А. Повышение эффективности использования гидроксида кальция для очистки диффузионного сока [Текст] / В.А. Голыбин, В.А. Федорук, А.А. Ткачев // Вестник ВГУИТ. – 2012. - № 2. – С. 158 – 161.

2 Лосева, В.А. Интенсификация очистки диффузионного сока с использованием комбинированных сорбентов [Текст] / В.А. Лосева, К.В. Голова, Ю.А. Лыскова // Вестник ВГУИТ. – 2012. - №4. – С. 125 – 128.

3 Голыбин, В.А. Совершенствование физико-химической очистки сахарных растворов [Текст]: монография / В.А. Голыбин. – Воронеж: ВГТА, 1999. – 128 с.

4 Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы [Текст]: учебник для вузов / Ю.Г. Фролов. – М.: Химия, 1988. – 464 с.

5 Голыбин, В.А. Эффективность завершающей стадии очистки диффузионного сока [Текст] / В.А. Голыбин, Ю.И. Зелепукин, В.А. Федорук, А.А. Ткачев // Сахар. – 2012. - № 9. – С. 30 – 33.

6 Бобровник, Л.Д. Физико-химические основы очистки в сахарном производстве [Текст] / Л.Д. Бобровник. – Киев. Вища школа, 1994. – 256 с.

REFERENCES

1 Golybin, V.A. Improving the efficiency of the use of calcium hydroxide to extract purification [Text] / V.A. Golybin, V.A. Fedoruk, A.A. Tkachev // Bulletin of VSUET. - 2012. - № 2. – P. 158-161.

2 Loseva, V.A. Intensification of juice purification using combined sorbents [Text] / V.A. Loseva, K.V. Golova, Y.A. Lysikova // Bulletin of VSUET. - 2012. - № 4. – P. 125-128.

3 Golybin, V.A. Improving the physical and chemical cleaning of sugar solutions [Text]: monograph / V.A. Golybin. - Voronezh: VSTA, 1999. – 128 p.

4 Frolov, Yu.G. The course of colloidal chemistry. Surface phenomena and disperse systems [Text]: textbook for high schools / Yu.G. Frolov. – M.: Himiya, 1988.

5 Golybin, V.A. The effectiveness of the final stages juice purification [Text] / V.A. Golybin, Yu.I. Zelepukin, V.A. Fedoruk, A.A. Tkachev // Sugar. - 2012. - № 9. – P. 30-33.

6 Bobrovnik, L.D. Physico-chemical basis of treatment in sugar production [Text] / L.D. Bobrovnik. – Kiev: Visha Shkola, 1994. – P. 256.

Ассистент Е.П. Анохина, профессор О.С. Корнеева,
аспирант П.В. Шуваев

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра биохимии и биотехнологии, тел. (473) 255-55-57)

доцент И.В. Черемушкина

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра теории экономики, товароведения и торговли

Исследование пребиотической активности гидролизатов маннана в условиях *in vitro*

Исследован процесс накопления биомассы пробиотической культуры *Bifidobacterium bifidum* на средах с различными источниками углерода – маннозосодержащими гидролизатами, маннозой, инулином. Определена интенсивность метаболических процессов *B. bifidum* при росте на разных средах. Установлено, что развитие бифидобактерий на среде с гидролизатом маннана характеризуется высоким уровнем накопления биомассы и продукцией органических кислот, что подтверждает пребиотические свойства манноолигосахаридов в условиях *in vitro*.

The process of biomass accumulation of the probiotic culture *Bifidobacterium bifidum* in medium with different carbon sources - mannan, mannan hydrolysates, inulin, mannose was investigated. The intensity of metabolic processes *B. bifidum* during growth on different medium was determined. It was defined that the development of bifidobacteria on the medium with mannan hydrolysates characterized by high levels of biomass accumulation and production of organic acids, which confirms the prebiotic properties of mannooligosaccharides in conditions *in vitro*.

Ключевые слова: манноолигосахариды, манноза, маннан, β -маннаназа, пребиотическое действие, бифидобактерии, культивирование.

В последние годы актуальным направлением является поиск и исследование веществ с пребиотической активностью.

Пребиотики не гидролизуются и не всасываются в верхней части желудочно-кишечного тракта, а поступают в нижние его отделы и способствуют развитию полезных бактерий, обитающих в толстом кишечнике, тем самым способствуя поддержанию иммунной системы человека [1, 2].

Наиболее распространенными бифидогенными факторами являются моно- и олигосахара, не расщепляемые собственными ферментами желудочно-кишечного тракта человека. К группе таких веществ относятся манноолигосахариды и манноза – продукты гидролиза маннана – полисахарида клеточных стенок растений.

Манноза участвует в синтезе гликопротеидов и гликолипидов, иммунных тел, входит в состав иммуноглобулинов, обладает иммуностимулирующими, радиопротекторными и пребиотическими свойствами, которые подтверждены в условиях *in vitro* и *in vivo* [3, 4].

Исследованию функциональных свойств маннозосодержащих олигосахаридов уделяется недостаточно внимания. Показано, что они обладают антиоксидантной активностью [5],

в литературе имеются немногочисленные сведения об их пребиотическом действии [6]. Однако отсутствуют конкретные данные о способности бифидобактерий развиваться на средах с гидролизатами маннана.

На кафедре биохимии и биотехнологии ВГУИТ была разработана биотехнология маннозосодержащих гидролизатов, основанная на деструкции маннанов растительного сырья с применением рекомбинантного фермента β -маннаназы [7].

Цель данной работы состояла в исследовании способности к росту и развитию бифидобактерий на средах с гидролизатами маннана, маннозой и коммерческим пребиотиком - инулином.

Объектом исследования служили маннозосодержащие олигосахариды (молекулярная масса 0,5-2 кДа), полученные путем ферментативного гидролиза маннана камеди рожкового дерева; манноза; инулин из плодов цикория *Raftiline* (900-1000 кДа).

Для подтверждения пребиотических свойств манноолигосахаридов осуществляли культивирование бактерий *Bifidobacterium bifidum in vitro* на средах с различными источниками углерода.

В опытах использовались коммерческие препараты *B. bifidum*. Препарат «Бифидобактерин сухой» предварительно растворяли в питательной среде и активизировали при температуре 37-38 °С в течение 24 ч, затем вноси-

ли в подготовленные для культивирования питательные среды из расчета 5 доз на 1 л среды.

Выращивание микроорганизмов проводили в анаэробных условиях на модифицированной среде Блаурокка.

Для определения эффективности действия различных углеводов на рост микроорганизмов *B. bifidum* в питательную среду последовательно включали инулин, маннозу, маннозосодержащие гидролизаты.

Углеводы вносили в количестве 10 % по углероду в среду следующего состава: пептон - 10; NaCl - 5; агар-агар - 0,75; цистеин солянокислый - 0,1; печеночный отвар, pH 7,5.

Контролем служила стандартная среда Блаурокка, в которой источником углерода служила лактоза.

Накопление биомассы *B. bifidum* определяли нефелометрически, путем измерения оптической плотности клеточной суспензии бактерий при длине волны 560 нм [8].

Биохимическую активность бифидобактерий определяли по нарастанию активной кислотности среды [8].

Микроскопирование культур проводили с помощью светового микроскопа Микмед - 1 (ОАО «Ломо» Россия). Фотографии получены с использованием цифровой камеры - окуляра DCM-130 (1300K pixels, USB 2) для микроскопа, программное обеспечение «ScopePhoto».

Исследование влияния антибиотика на рост бифидобактерий проводили при его концентрации в среде, рассчитанной из рекомендаций по его применению.

Опыты проводили в 3 кратной повторности. При математической обработке использовали статистический критерий Стьюдента.

Пребиотические свойства исследуемых углеводов оценивали по накоплению органических кислот и биомассы бактерий *B. bifidum*.

Данные по динамике роста *B. bifidum* на средах с различными углеводами показали, что микроорганизмы способны к росту на всех испытанных вариантах сред. Максимальное накопление биомассы наблюдалось к 42 ч процесса культивирования бактерий (таблица 1).

К 24 ч культивирования манноолигосахариды стимулировали развитие *B. bifidum* лучше, чем манноза, и не уступали известному коммерческому пребиотическому препарату - инулину. Полученные результаты не противоречат литературным данным, согласно которым бифидобактерии потребляют глюкозу, галактозу, дисахариды, большое число олигосахаридов, полисахарид инулин [9].

Т а б л и ц а 1

Динамика накопления биомассы бифидобактерий на средах с различными углеводами

Время культивирования, ч	Оптическая плотность суспензии бактерий			
	Вносимые углеводы			
	контроль	гидролизат маннана	манноза	инулин
18	0,493	0,902	0,889	1,004
24	0,592	1,452	1,364	1,454
42	0,99	1,611	1,632	1,636

Введение в состав питательной среды маннозы и маннозосодержащих гидролизатов оказывало положительное влияние на морфологию вырастающих на ней бифидобактерий, что значительно облегчало их визуальную идентификацию при микроскопии. В опытных мазках у бактерий были значительно более отчетливо выражены такие ключевые признаки бифидобактерий, как утолщение и раздвоенность концов палочек, разветвленность (рисунк 1).

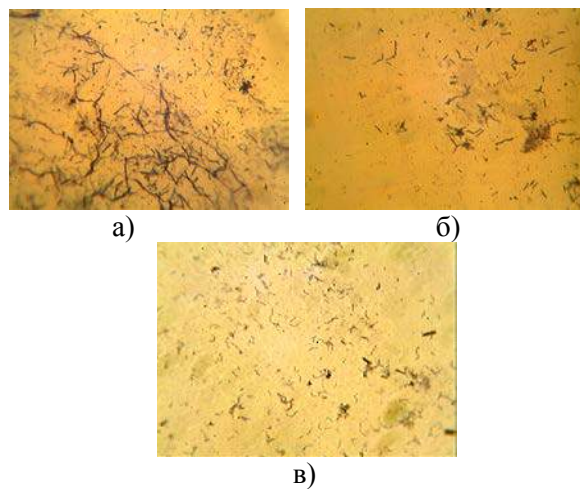


Рисунок 1 - Интенсивность роста *B. bifidum* на средах с различными углеводами (увеличение 1350 раз): а) манноза, б) маннозосодержащий гидролизат; в) инулин.

Интенсивность метаболических процессов у бифидобактерий контролировали по изменению pH среды, что служило показателем трансформации сахаров в органические кислоты как конечные продукты метаболизма (рисунок 2).

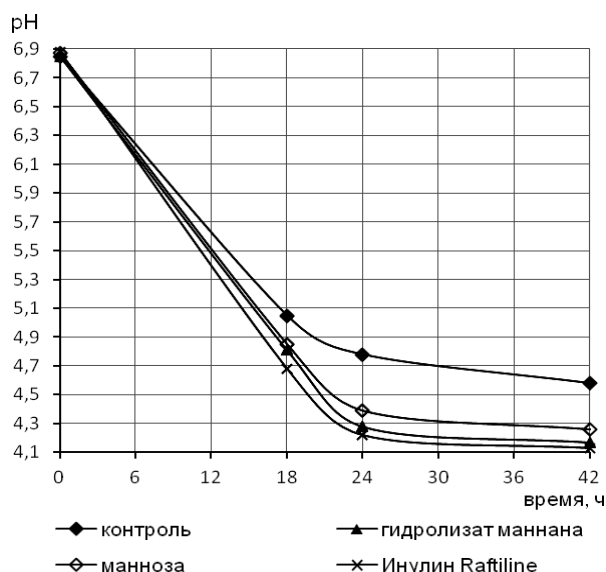


Рисунок 2 - Изменение pH при развитии бифидобактерий на средах с различными углеводами.

Максимальное снижение pH наблюдалось на всех вариантах сред к 42 ч культивирования. Наиболее интенсивное накопление органических кислот происходило на средах с гидролизатом маннана и инулином, что коррелировало с накоплением биомассы *B. bifidum* на этих средах.

Одной из причин дисбактериоза может быть длительное лечение препаратами антибиотиков. В связи с этим *in vitro* исследовалось влияние антибиотика широкого спектра действия — азитромицина на развитие и рост культуры бифидобактерий в среде с различными углеводами.

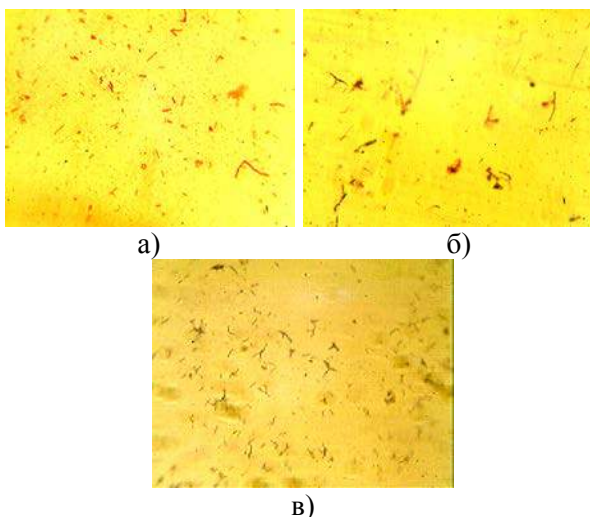


Рисунок 3 - Интенсивность роста *B. bifidum* на средах с различными углеводами в присутствии антибиотика (увеличение 1350 раз): а) манноза; б) гидролизат маннана; в) инулин.

Как показали исследования (рисунок 3), бифидобактерии сохраняли свои морфологические свойства на средах с маннозой, гидролизатом маннана и инулином, что косвенно свидетельствует о повышении резистентности пробиотиков в стрессовых ситуациях для микробной клетки.

В результате проведенных исследований установлено, что культивирование бифидобактерий *B. bifidum* в условиях *in vitro* на среде с гидролизатом маннана отличается высокой активностью их роста, уровнем накопления биомассы, продукцией органических кислот.

Таким образом, гидролизат маннана наравне с маннозой и инулином обладает пребиотическими свойствами, что позволяет рассматривать возможность включения его в состав функциональных продуктов, предназначенных для коррекции микробиоценоза кишечника.

ЛИТЕРАТУРА

- Капрельянц, Л.В. Пребиотические пищевые ингредиенты. Современное состояние и перспективы [Текст] / Л.В. Капрельянц // Продукты и ингредиенты. - 2005. - № 6. - С. 60 – 62.
- Шендеров, Б.А. Пробиотики, пребиотики и синбиотики [Текст] / Б.А. Шендеров // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. - 2005. - № 2. - С. 23-26.
- Корнеева, О.С. Пребиотические свойства маннозы и ее влияние на специфическую резистентность [Текст] / О.С. Корнеева, А.С. Глущенко, И.В. Черемушкина // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. - 2012. - № 5. - С. 51-57.
- Черемушкин, И.В. Оптимизация ферментативного гидролиза трудногидролизуемых маннанов и исследование пребиотических свойств маннозы [Текст] / И.В. Черемушкина и др. // Биотехнология. - 2010. - № 5 – С. 56-61.
- Черенков, Д.А. Антиоксидантная активность продуктов гидролиза природных полимеров (маннана и фукоидана) [Текст] / Д.А. Черенков и др. // Вестник ВГУИТ. - 2012. - №1. - С. 151-153.
- Laere, K.M. Transglycosidase activity of *Bifidiobacterium adolescentis* DSM 20083 galactosidase / K.M. Laere et al // Appl. Microbiol. Biotechnol. - 1999. - V. 52. - P. 681–688.
- Черемушкина, И.В. Получение рекомбинантного штамма *Bacillus subtilis* – продуцента β-манназазы [Текст] / И.В. Черемушкина и др. // Биотехнология. - 2011. - № 5. - С. 32-37.

8 Шуваева, Г.П. Биология и микробиология [Текст]: учебное пособие / Г.П. Шуваева и др. – Воронеж: ВГТА, 2003. – 300 с.

9 Квасников, Е.И. Молочнокислые бактерии и пути их использования [Текст] / Е.И. Квасников, О.А. Нестеренко. – М.: Наука, 1975. – 384 с.

REFERENCES

1 Kaprelyants, L.V. Prebiotic food ingredients. Current state and prospects [Text] / L.V. Kaprelyants // Products and ingredients. - 2005. - № 6. - P. 60 - 62.

2 Shenderov, B.A. Probiotics, prebiotics and synbiotics [Text] / B.A. Shenderov // Food ingredients, raw materials and additives. - 2005. - № 2. - P. 23-26.

3 Korneeva, O.S. Prebiotic properties of mannose and its effect on specific resistance [Text] / O.S. Korneeva, A.S. Glushchenko, I.V. Cheremushkina // Journal of Epidemiology and Microbiology, Immunobiology. - 2012. - № 5. - P. 51-57.

4 Cheremushkina, I.V. Optimization of enzymatic hydrolysis hard hydrolysable mannans and study of prebiotic properties of mannose [Text] / I.V. Cheremushkina et al // Biotechnology. - 2010. - № 5 - P. 56-61.

5 Cherenkov, D.A. Antioxidant activity of the products of hydrolysis of natural polymers (mannan and fucoidan) [Text] / D.A. Cherenkov et al // Bulletin of VSUET. - 2012. - № 1. - P. 151-153.

6 Laere, K.M. Transglycosidase activity of *Bifidobacterium adolescentis* DSM 20083 galactosidase / K.M. Laere et al // Appl. Microbiol. Biotechnol. - 1999. - V. 52. – P. 681–688.

7 Cheremushkina, I.V. Preparation of recombinant strain *Bacillus subtilis* - producing β -mannanase [Text] / I.V. Cheremushkina et al // Biotechnology. - 2011. - № 5. - P. 32-37.

8 Shuvaeva, G.P. Biology and microbiology [Text]: a tutorial / G.P. Shuvaeva et al. - Voronezh: VSTA, 2003. - 300 p.

9 Kvasnikov, E.I. Lactic acid bacteria and ways to use them [Text] / E.I. Kvasnikov, O.A. Nesterenko. – М.: Nauka, 1975. - 384 p.

УДК 637.5.002.3

Профессор А.М. Букреев

(Департамент экономического развития Воронежской области)

профессор В.Ю. Падалкин

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, тел. (473) 255-37-82

аспирант Д.В. Шайкин

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, тел. (473) 255-27-10

Совершенствование системы сырьевого обеспечения предприятий мясной промышленности

В статье рассмотрены особенности процесса совершенствования системы сырьевого обеспечения предприятий мясной промышленности и представлены основные факторы, критерии, принципы и алгоритм рационального размещения предприятий мясной отрасли. Актуальность темы исследования, в условиях глобализации экономики и вступления России в ВТО, обусловлена необходимостью совершенствования системы сырьевого обеспечения отечественных предприятий и укреплением продовольственной безопасности страны.

The article describes the characteristics of the process of improving the system raw materials supply of meat industry and presents the main factors, criteria, principles and algorithm rational distribution of the meat industry. The relevance of the research topic, in a globalized economy and Russia's accession to the WTO, caused by necessity to improve the system of raw material supply domestic enterprises and enhancing food security.

Ключевые слова: мясная промышленность, сырьевое обеспечение, рационализация, предприятие.

Предприятия мясной отрасли в основном используют сырье сельскохозяйственных организаций, специализирующихся на производстве животноводческой продукции, следовательно, проблема сырьевого обеспечения, в условиях современной экономической конъюнктуры, приобретает характер значимости и актуальности.

Среди основных требований к обеспечению сырьем мясокомбинатов, выделяют следующие:

- необходимый объем сырья для обеспечения процесса непрерывности и максимальной загрузки оборудования;
- приемлемое качество сырьевых ресурсов, от которого зависят объем выхода и качество готовой продукции.

Состав и качество сырьевой зоны мясоперерабатывающих предприятий зависят от множества критериев, основные из которых проиллюстрированы на рисунке 1.

Если сырье не обладает необходимыми свойствами в достаточной степени (уровень созревания, содержание витаминов, белков, макро-

микроэлементов; показатели эффективности откорма и выращивания скота и др.), достаточно трудоемко достичь нормативных показателей качества и количества готовой продукции.



Рисунок 1- Факторы, определяющие размер и состав сырьевых зон мясоперерабатывающих предприятий

Но и сохранить качественные характеристики сырья также весьма сложно, это актуальная проблема для животноводческих комплексов.

сов. Важнейшие критерии оценки сырьевой зоны представлены на рисунке 2.

Следует отметить, что продукция сельского хозяйства, используемая в пищевой промышленности в качестве сырья, представляет собой живые организмы, в которых протекают биохимические процессы. Трансформирования, вызываемые этими процессами, способствуют снижению качества сырья, увеличению потерь, вследствие чего повышается себестоимость продукции и снижается прибыльность предприятия.

Количество сырья, его ассортимент, физико-технические и химико-биологические данные в решающей мере определяют технико-экономические показатели производства, качество конечной продукции и себестоимость.



Рисунок 2 – Основные показатели сырьевых зон предприятий мясной отрасли

Процесс рационализации размещения различных видов производственно-хозяйствующих субъектов всегда являлся важнейшим условием результативного функционирования и успешного развития мясной промышленности.

Рациональное размещение мясоперерабатывающих предприятий подразумевает географическое планирование, при котором минимизируются суммарные финансово-экономические затраты на всех этапах производственного процесса от доставки мясного сырья на мясокомбинаты и до транспортировки готовой продукции к потребителю, т. е. необходимо обеспечить минимум совокупных транспортных затрат [3].

С учетом сложившегося научного опыта, с целью совершенствования системы сырьевого обеспечения, в контексте данной проблемы на рисунке 3 приведены основные принципы рационализации размещения мясоперерабатывающих предприятий.

Кроме индивидуальных факторов, характеризующих специфику мясного производства, на рациональное размещение хозяйственного

субъекта влияют и дополнительные, косвенные критерии потенциальных сырьевых зон.

К ним относятся природно-климатические условия; квалификационный и образовательный уровень населения; наличие объектов социально-бытовой, производственной и транспортной инфраструктуры; эколого-географические; историко-культурные и другие факторы. На основе комплексного анализа формируется механизм соответствия технико-экономических требований производства условиям территории.

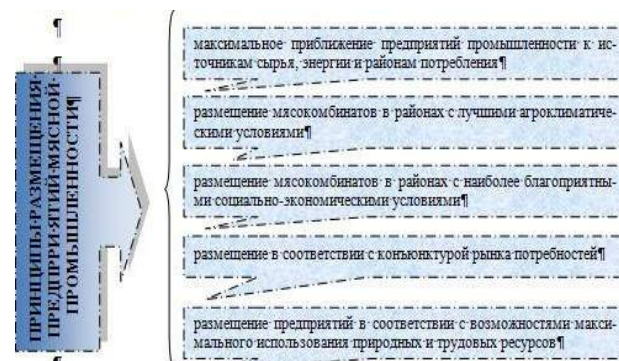


Рисунок 3 - Основные принципы размещения предприятий мясной промышленности

В результате исследования выбирается оптимальный вариант размещения, т. е. такой, который обеспечивает выпуск необходимого количества мясного сырья при минимальных затратах ресурсов. Проведенный анализ мясной отрасли позволил сформировать ряд значимых критериев, определяющих вектор рационализации процесса размещения мясоперерабатывающих предприятий, к которым отнесены:

- периодичность процесса производства сырьевых компонентов;
- физическая и экономическая нетранспортабельность многих видов сырьевых ресурсов, основных и вспомогательных материалов и готовой продукции;
- многофункциональный состав и структура мясного сырья, позволяющая, наряду с основным продуктом, получать и множество вторичных ресурсов;
- высокая периодичность потребления мясных продуктов;
- специфический характер специализации, концентрации, комбинирования и кооперирования производства в мясной сфере;
- высокая материало- и сырьемкость производства.

Одним из главных критериев рационального размещения предприятий мясной промышленности является наличие животноводческих хозяйств — основных поставщиков сырья для мясной отрасли. Основное сырье мясной про-

мышленности относится к нетранспортабельным видам грузов, что приводит к высоким транспортным затратам при их перевозке и определяет влияние свойств исходного сырья на позиционирование предприятий.

С учетом этого фактора колбасное, мясоконсервное, мясожировое производство, производство сырокопченых и сыровяленых мясных продуктов, консервов и желатина целесообразно размещать в зонах высокоразвитого животноводства [2].

Исходя из целевой установки – необходимости удовлетворения спроса населения в качественной продукции при минимальных затратах, некоторые мясоперерабатывающие предприятия размещают в районах потребления с последующим развитием сырьевой базы около данного предприятия.

Экономическое обоснование размещения предприятий отраслей пищевых производств необходимо осуществлять с учетом агропродовольственной интеграции, объединяющей процесс производства мясной продукции. Это обуславливает значимость реализации процесса размещения предприятий на основе рационального уровня специализации, концентрации и комбинирования различных производств. Алгоритм экономического обоснования размещения предприятий проиллюстрирован на рисунке 4.

Как отмечалось ранее, рациональное размещение предприятий должно обеспечивать минимальные затраты на доставку сырья и готовой продукции, а также их минимальные нормативные потери в пути.

Современные мясокомбинаты в условиях жесткой рыночной конкуренции столкнулись с проблемой привлечения заемного капитала для формирования ресурсного потенциала и, в первую очередь, сырьевого обеспечения. Все это приводит к возрастанию риска хозяйственной деятельности и снижению инвестиционной привлекательности бизнеса в переработке мяса.

Таким образом, процесс совершенствования системы сырьевого обеспечения в условиях дефицита сырьевого обеспечения требует от мясоперерабатывающих предприятий применения специализированных технологий по снижению показателей материалоемкости, внедрения более совершенной обвалки, жиловки, измельчения и использования различных наполнителей и совершенствования транспортно-логистических схем закупки, доставки и хранения сырья [1].

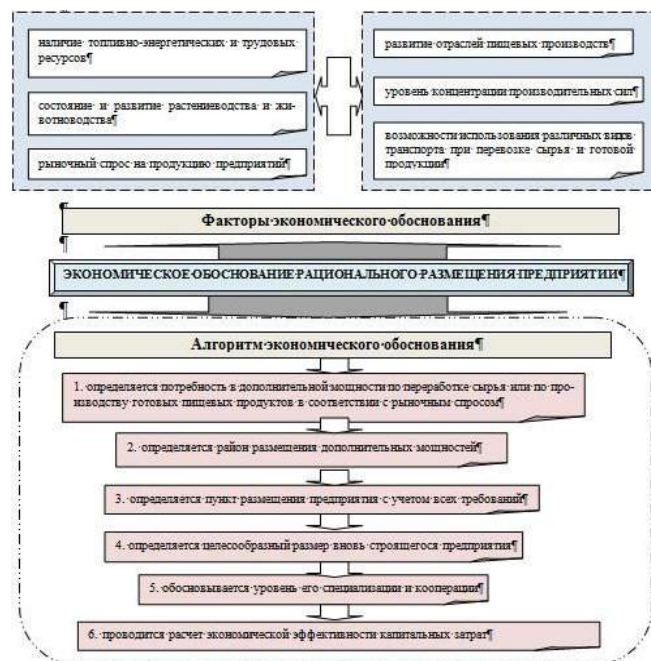


Рисунок 4 – Алгоритм экономического обоснования рационального размещения предприятий

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Титов, Е.И. Сырьевое обеспечение малых мясоперерабатывающих предприятий [Текст] / Е.И. Титов // Мясная индустрия. – 2012. - №11. – С. 42.
- 2 Серегин, С.Н. Сырьевая база и формирование экономических условий для повышения конкурентоспособности пищевой промышленности [Текст] / С.Н. Серегин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. - №2. – С. 10.
- 3 Лисицын, А.Б. Требования к качеству свинины для пищевой переработки. Перспективы российско-канадского сотрудничества [Текст] / А.Б. Лисицын // Все о мясе. – 2011. - №4. – С. 8.

REFERENCES

- 1 Titov, E.I. Raw materials supply small meat processing plants [Text] / E.I. Titov // Meat Industry. - 2012. - № 11. - P. 42.
- 2 Seryoghin, S.N. The raw material base and creation of economic conditions for improving the competitiveness of food industry [Text] / S.N. Seregin // Economics of agricultural and processing enterprises. - 2012. - № 2. - P. 10.
- 3 Lisitsin, A.B. Requirements for quality pork for food processing. Prospects of Russian-Canadian cooperation [Text] / A.B. Lisitsin // All about meat. - 2011. - № 4. - P. 8.

УДК 338.43

Аспирант С.М. Субочев

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, тел. (473) 255-27-10

Методический подход к оценке инновационного потенциала сахарных заводов России

В статье рассмотрены существенные аспекты современных подходов к оценке инновационного потенциала предприятия. На основе разработанного теоретического подхода автором предложены методические аспекты оценки потенциала сахарных заводов. Также приведен перечень ключевых показателей и описан пример апробации результатов исследования на конкретном объекте.

The article describes the essential aspects of modern approaches to the evaluation of the innovation potential of the company. The developed theoretical under-stroke author offers methodological aspects of the evaluation capacity of sugar factories. Also a list of key performance indicators is provides, and example of validation study results for a particular facility is describes.

Ключевые слова: сахарный завод, инновационный потенциал, методический подход, оценка потенциала

Сахарная промышленность России в настоящее время находится в пограничной ситуации: с одной стороны общие тенденции в отрасли положительны, а с другой вступление в ВТО может оказать негативное влияние на промышленников и фермеров. В этой связи вопросы, связанные с исследованием инновационного потенциала предприятий, являются актуальными и целесообразными.

Современные исследователи справедливо отмечают, что основной целью любой системной, комплексной или экспресс-оценки инновационного потенциала предприятия, организации является выработка практических предложений по стимулированию инновационной деятельности субъекта как в пределах собственных границ и интересов, так и в масштабах отрасли, всей экономики в целом [1].

По нашему мнению, структурный состав инновационного потенциала в разрезе промышленного предприятия включает в себя самую развитую, лучшую, ресурсоемкую часть каждого вида другого потенциала предприятия – кадрового, финансового, научного, организационного, производственного.

В современной научной литературе существует большое разнообразие как подходов к классификации методов, так и самих методов оценки инновационного потенциала. Так, например, по степени формальности выделяют

вербальные и формальные методы; по форме проведения анализа – детальный (при котором инновационный потенциал оценивается по системе показателей с целью выявления возможности осуществления конкретного проекта) и диагностический (заключающийся в анализе состояния предприятий по ряду внешних и внутренних параметров, в основном экспертными методами); по объекту применения – для предприятия, вуза, региона и другие.

По результатам проведенного исследования существенные аспекты последних были нами сведены в следующие первичные выводы:

- во-первых, объектами большинства методик выступают промышленные предприятия, причем весомая доля подходов носит отраслевой характер, тем самым подчеркивая факт того, что разработка универсального подхода не имеет полноценного смысла из-за трудностей включения в модель собственно отраслевых сторон деятельности;

- во-вторых, достаточно большая часть методик использует абсолютный подход к оценке инновационного потенциала, направленный на определение его величины в различных детерминированных единицах, то есть такой подход, который принимает во внимание и количественные, и качественные параметры оцениваемых сфер деятельности субъекта (иначе говоря, ресурсов);

- в-третьих, подавляющая часть исследователей склонны отдавать предпочтение коли-

качественным методом оценки, тем самым отчасти минимизируя субъективный человеческий фактор и предоставляя четко выраженные индикаторы инновационного потенциала с целью последующего мониторинга.

Данное осмысление позволило нам окончательно убедиться в том, что практически все существующие подходы имеют в своей основе классическое понимание сущности инновационного потенциала, когда носителем последнего выступает, прежде всего, лишь отдельное предприятие или организация. Довольно редко авторы методик ведут речь о регионе или отрасли, но в данном случае и объектом оценки выступает сам регион или отрасль, тогда как переход или транспонирование результатов проведенного анализа на предприятие отсутствует [2].

По нашему мнению, алгоритм, закладываемый в саму методику оценки инновационного потенциала, определяет, в конечном счете, и границы его использования. В связи с этим, для решения данной проблемы логично формализовать принципы разработки методических аспектов, которые бы позволили избежать узости как взглядов, так и конкретных действий конечных пользователей.

К числу наиболее важных принципов можно отнести следующие:

1. Принцип достаточной полноты используемых показателей. В соответствии с данным положением следует ограничить набор конечных показателей оценки инновационного потенциала предприятия числом, достаточным для достижения цели и оптимальным по затрачиваемым ресурсам.

2. Принцип открытости оценки. В данном случае речь идет о том, что не следует ограничивать инновационный потенциал лишь рамками предприятия или отрасли. Действия человека по изучению потенциала должны в своей основе иметь желание найти ранее неизвестные или не описанные, или нетрадиционные сферы существования возможностей инновационного развития.

3. Принцип ясности представляемых результатов. В силу того, что главным пользователем информации об уровне инновационного потенциала выступает высшее руководство предприятия, необходимо доносить результаты оценки таким образом и в такой форме, чтобы они были понятны, наглядны и обоснованы.

В итоге всей процедуры оценки инновационного потенциала, как мы считаем, следует расположить следующие элементы: сочетание количественного и качественного подхода,

учет отраслевой специфики, сочетание абсолютных и относительных оценок, наглядность представления конечного результата.

На основе разработанного подхода к определению сущности инновационного потенциала и продуцируемой им инновационной деятельности и с учетом описанных выше предпосылок стало возможным представить весь объем инновационного потенциала фирмы сквозь призму его окружения, выделив тем самым области прямого и косвенного активного и пассивного инновационного потенциала фирмы.

Приведенный расширенный состав инновационного потенциала предприятия целесообразно пояснить на примере сахарного завода, который и выступает в данном случае конечным объектом оценки.

Так, прямая активная часть представляет собой классический инновационный потенциал любого промышленного предприятия. Для сахарного завода это будет: состояние производственных мощностей, современность оборудования, кадровый состав, мобильность финансово-экономических ресурсов, научно-технический задел и прочее.

Косвенная активная часть заключается в инновационном потенциале отрасли. Для свеклоперерабатывающего сектора это выражается в следующем. Среди общего числа сахарных заводов всегда имеется такой, который опережает остальных по своим производственно-технологическим показателям, например, по потреблению энергетических ресурсов, по извлечению сахарозы из сырья и другим – при том, что удельная мощность такого завода практически равна удельной мощности большинства заводов. В подтверждение этому можно сказать о том, что Союзроссахар в своем ежегодном сборнике кратких итогов работы сахарной промышленности всегда указывает перечень лучших заводов по целому ряду показателей [3]. Зачастую отрыв в одних участников производства от других обусловлен как раз инновационной политикой предприятия. При этом для отстающего завода достигнутые показатели и опыт лучшего по отрасли является, как нам кажется, косвенным инновационным потенциалом, так как всегда существует возможность использовать чужой опыт.

Переходя к пассивной части, отметим, что под ней мы подразумеваем всю номенклатуру в первую очередь продуктовых инноваций – как уже существующих (в этом случае для базового завода имеет место диффузия инноваций, являющая также инновационным по-

тенциалом, примером чего могут служить разнообразные сахарные сиропы, формы и виды сыпучего сахара, не производимые на большинстве отечественных предприятий), так и потенциально новых (сектор полностью новых продуктов, которые рынок может затребовать по некоторой причине).

Как нам представляется, перспективной частью инновационного потенциала предприятия является нетрадиционный рынок. В данном случае имеется в виду тот факт, что кроме классических потребителей той же самой сахарозы (пищевой, химической, фармацевтической и др. видов промышленности) существуют потенциальные потребители из других сфер, которым требуется тот же самый продукт – сахароза. Самым наглядным примером данной части инновационного потенциала сахарных заводов может служить недавняя разработка японских ученых, в которой сахароза служит основным сырьем для производства аккумуляторных батарей. Учитывая зависимость современного мира от мобильной электроэнергии, не остается сомнений в инновационности и перспективности использования сахарозы в мире.

Переходя к перечню конкретных индикаторов и показателей оценки инновационного потенциала, можно, следуя предыдущей логике, разбить весь их состав на группы. Мы считаем, что одним из объективных наборов групп показателей с учетом отраслевой специфики производства может быть следующий: показатели прямого активного инновационного потенциала сахарного завода (производственно-технологическая составляющая; научно-техническая составляющая; организационно-управленческая составляющая; финансово-экономическая составляющая; интеллектуально-творческая (кадровая) составляющая); показатели косвенного активного потенциала (разрыв в производственных показателях; разрыв в показателях мощности; сельско-хозяйственные резервы); показатели прямого пассивного потенциала (региональная составляющая; рыночная составляющая); показатели косвенного пассивного потенциала (продуктовая составляющая).

В итоге анализа конкретного предприятия мы установили, что его общий инновационный потенциал по разработанной методике составляет порядка 42 %, что вполне адекватно статусу среднего сахарного завода. Вместе с тем, полученные выводы позволяют предложить руководству следующие рекомендации: во-первых, сосредоточить внимание на самом узком секторе – финансово-экономической заинтересованности работников предприятия выполнять работу в сфе-

ре инноваций; во-вторых, обратить внимание на существенный уровень косвенного активного инновационного потенциала, который может быть использован при имеющихся производственных мощностях. Таким образом, разработанные методические аспекты оценки инновационного потенциала отраслевого предприятия (сахарного завода) позволяют по-новому взглянуть на проблему как собственно оценки потенциала, так и его использования на основе имеющихся прямых и косвенных резервов.

С учетом вышеизложенного, разработанный методический подход к оценке инновационного потенциала сахарных заводов позволяет разрабатывать эффективные управленческие решения и своевременные и оправданные мероприятия, что в конечном итоге может позволить отрасли сохранить свою дееспособность в глобальной хозяйственном механизме.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Богомолова, И. П. Научно-методические подходы к управлению ресурсосбережением на предприятиях сахарной промышленности [Текст] / И.П. Богомолова, Н.Г. Кульнева, А. М. Мантулин. – Воронеж: ЦНТИ. – 2012. – 185 с.
- 2 Матвейкин, В.Г. Инновационный потенциал: современное состояние и перспективы развития [Текст]: монография / В.Г. Матвейкин, С.И. Дворецкий, Л.В. Минько, В.П. Таров и др. – М.: «Издательство Машиностроение-1», 2007. – 284 с.
- 3 Краткие итоги производства свеклы, сахара и показатели работы сахарных заводов республики Беларусь, республики Казахстан и Российской Федерации в 2009 году [Текст]. – М.: Союзроссахар, 2008. – 76 с.

REFERENCES

- 1 Bogomolova, I.P. Scientific and methodical approaches to resource conservation at the sugar industry [Text] / I.P. Bogomolova, N.G. Kulneva, A.M. Mantulin. – Voronezh: CSTI. - 2012. - 185 p.
- 2 Matveykin, V.G. Innovation potential: current state and development prospects [Text]: monograph / V.G. Matveykin, S.I. Dvoretzky, L.V. Minko, V.P. Tarov et al - M.: "Publisher Engineering -1", 2007. - 284 p.
- 3 Summary of production of beet sugar and sugar mills performance of Belarus, Kazakhstan and the Russian Federation in 2009 [Text]. - M.: Soyuzrossahar, 2008. - 76 p.

Профессор Т.И. Овчинникова,

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, тел. (473) 255-37-82

профессор А.И. Пахомов, доцент С.В. Кобелева

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра бухгалтерского учета и бюджетирования

Проблемно-ориентированный подход к изменению трудовых отношений (на примере Воронежской области)

Рассмотрено участие человека в трудовых отношениях. На примере Воронежской области показаны проблемы и факторы, влияющие на изменения социальной и производственной структуры региона посредством ориентации на инновационные изменения.

The human involvement in labor relations was considered. On the example of the Voronezh regions the problem and the factors, affecting the changes in the social and productive structure of the region by targeting innovative changes, were shown.

Ключевые слова: трудовые отношения, инновации и модернизация, социальная структура общества

Развитие мировой экономической мысли проходит сквозь призму понимания человеческих отношений и труда. Оно обусловлено диалектикой взглядов на человеческую составляющую и человеческие отношения в производственной деятельности, определяется восприятием прошлого, перенесением из него в настоящее лучших знаний и опыта. Поэтому рассмотрение проблем развития трудовой деятельности человека в данном исследовании связано с поиском положительных сдвигов в регулировании не только социально-экономических, но и инновационных проблем в обществе.

Развитие понятия «человеческий труд», т.е. участие человека в трудовой деятельности, наблюдается уже в работах У. Пети, который с помощью сравнительного метода определял количество человеческого труда, содержащегося в стоимости товара. Этот ученый открыл противоположность экономических интересов: с одной стороны, наемных работников (как носителей рабочей силы) и землевладельцев и капиталистов (как собственников основного капитала) – с другой. По его мнению, рабочая сила – главный фактор,двигающий прогресс производства, а общественное воспроизводство, в народнохозяйственном понимании – не только возобновление производства товаров, но и воспроизводство самой рабочей силы. Рабочий рассматривается не только как потребитель благ, но также и как носитель стоимости рабочей силы в ее капитализированной форме [5].

Значительный вклад в развитие «человека трудящегося» внесли В. Белинский, А. Герцен, Н. Чернышевский, в трудах которых наблюдаем понимание труда с «человеческим лицом» [7]. Свойство рабочей силы – создавать прибавочную стоимость – рассмотрено в трудах Д. Рикардо, А. Смита. Дальше всех в развитии «человека трудящегося» пошел К.Маркс, который различал простой и сложный труд, т.е. он понимал уже сущность рабочей силы.

В различных современных подходах участие человека в трудовой деятельности определяется как: «трудовой потенциал» (место человека в производстве), трудовые ресурсы (доля населения в трудоспособном возрасте), человеческий фактор – место и роль человека в обществе, человеческий капитал – расходы на формирование здоровья, приобретение опыта, знаний, квалификации. В рыночных странах инвестиции в образование освобождаются от налогов, поскольку считается, что это фактор экономического роста страны.

Произошедшие в 90-х годах XX века в России социально-политические преобразования привели к кардинальным изменениям в трудовых отношениях общества. Возникли проблемы в этой сфере, связанные с изменением производственной структуры регионов и социальной структуры общества. Производственная структура регионов страны претерпела сокращение производств. То же случилось и в Воронежской области.

В структуре промышленного производства области по сравнению с 1994 годом сокра-

тилась доля машиностроения и металлообработки (с 29,9 % до 20,6 %), электроэнергетики (с 20,8 % до 18,1 %), легкой промышленности (с 2,4 % до 1,1 %). Увеличилась доля черной металлургии (с 2 % до 3,2 %), химии и нефтехимии (с 11,9 % до 12,6 %), промышленности строительных материалов (с 5,6 % до 12,0 %), пищевой промышленности (с 23 % до 26 %).

Однако важная характеристика промышленности Воронежской области – наличие производств в ракетно-космическом, электронном, авиастроительном, химическом комплексах, конкурентоспособных на национальном и мировом рынках товаров гражданского и военного назначения. Воронежская область занимает в РФ по производству железобетонных конструкций и изделий 12 место, строительного кирпича – 13 место, минеральных удобрений – 7 место, шин – 5 место. Разнообразие структуры промышленного производства, в известной мере, следует рассматривать в контексте его возможностей на разных сегментах национального рынка: рынка труда, рынка товаров, финансового рынка.

В отношении изменения социальной структуры регион характеризуется значимым с позиций мощности трудовым потенциалом. Это крупный по численности населения регион страны (на 1 января 2011 года – 2335,2 тыс. чел.), занимающий в ЦФО 3 место после г. Москвы и Московской области, в общероссийском рейтинге – 23 место (1,6 % населения России). В области высок образовательный и креативный потенциал:

– по общей численности студентов вузов (в 2009/10 уч. г. – 133,4 тыс. чел.) Воронежская область занимает 3 место в ЦФО после Москвы и Московской области и 15 место – в общероссийском рейтинге, а по численности студентов на 10000 жителей (в 2009/2010 уч. г. – 612 чел.) – 3 место в ЦФО и 8 место в общероссийском рейтинге;

– по численности аспирантов (в 2009/10 уч. г. – 2599 чел.) область занимает 3 место в ЦФО и 16 место в общероссийском рейтинге, докторантов (в 2009/10 уч. г. – 62 чел.) – соответственно 2 и 13 места;

– по численности профессорско-преподавательского состава доля Воронежской области в ЦФО составляет 4,3 % (без учета Москвы – 10 %), а по доле докторов наук в численности профессорско-преподавательского состава – 2,9 % (без учета Москвы – 9,7 %);

– по численности персонала, занятого исследованиями и разработками (в 2009 году – 14677 чел.), Воронежская область занимает 3 место в ЦФО и 9 место – в России, по численности исследователей, имеющих ученую степень (в 2009 году – 924 чел.), – соответственно 3 и 12 места;

– по количеству выданных патентов на изобретения (в 2009 году – 547) область занимает 4 место в ЦФО и 11 – в России; по числу патентов на полезную модель (в 2009 году – 94) – 3-5 места в ЦФО и находится на 22-24 местах в России [6].

Система высшего профессионального образования (ВПО) обеспечивает его непрерывность (подготовка, переподготовка, повышение квалификации) и предоставляет образовательные услуги по широкому спектру направлений и специальностей, имеющих устойчивый рыночный спрос, при относительно низкой стоимости обучения по сравнению с другими ведущими учебными центрами России (Москва, Ростов, Краснодар, Нижний Новгород, Самара и др.).

Важное конкурентное преимущество системы ВПО – интеграция учебной деятельности и ведущих научных школ, общепризнанных в России и за рубежом. Накоплен значительный опыт международного сотрудничества в сфере образования.

Однако проблемы в трудовых отношениях остались, они связаны с изменением характера собственности и особенностями социально-экономической политики преобразований. Наиболее существенное влияние на изменение социальной структуры общества и на характер трудовых отношений оказало изменение характера собственности. Следствием этих изменений явились, во-первых, новая социальная структура общества, во-вторых, появление новых видов социальной дифференциации, затрагивающей все население России.

На рынке труда области наиболее острыми остаются проблемы усиливающейся диспропорции в структуре спроса и предложений; низкой заработной платы по заявленным работодателями вакансиям; широкого распространения теневых форм занятости; дискриминации при приеме на работу молодежи и женщин с детьми, лиц старшего возраста (после 40 лет), лиц ограниченной трудоспособности; трудоустройства выпускников учебных заведений. Около 90 % безработных имеют среднедушевые доходы в семьях ниже прожиточного

минимума. В оплате труда в России существуют диспропорции между разными группами промышленных рабочих и работников сферы услуг и образования. Несмотря на рост заработной платы даже в бюджетной сфере: медицине, системе образования и т. д., оплата здесь значительно уступает другим секторам.

За этими изменениями стоят более глубокие перемены, а именно, распределение населения между собственниками и несобственниками факторов производства или лицами наемного труда в обществе. Несмотря на определенную ограниченность и условность такого деления, можно сделать вывод о том, что в национальной экономической системе России сформировался значительный класс наемных работников, которые не владеют основными факторами производства [2].

В настоящее время продолжают сформировавшиеся в предыдущие годы на региональном рынке труда тенденции: отмечается некоторый рост занятости и сокращение безработицы, увеличение роста спроса на труд. Численность официально зарегистрированных безработных по Воронежской области, на рынке труда снизилось с 57,3 тысячи на начало года до 52,7 тысячи человек в июне 2013 г. [8].

Необходимы кардинальные нововведения, связанные с новым характером трудовых отношений и становлением рынка труда, которые изменят социальную структуру региона и, в конечном счете, определяют основы поддержания социальной стабильности и устойчивости. Это – внедрение инноваций и модернизация промышленности и сферы услуг.

Предпосылкой инновационного обновления промышленности являются устойчивые связи ее базовых предприятий с вузами и НИИ города, опосредующими выполнение заказов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки.

В характеристике изменений в структуре промышленности региона важную роль играет наличие объективных предпосылок формирования и развития региональных, межрегиональных и межотраслевых кластеров, реализующих конкурентные преимущества территории и позволяющих фокусировать промышленную политику на перспективных точках экономического роста. Формальные признаки для их идентификации могут быть выявлены при помощи коэффициентов локализации, душевого производства

и специализации: значения более единицы показывают, что соответствующие производства являются сферами рыночной специализации субъекта РФ, и в них либо уже существуют кластеры, либо их создание является возможным [3].

Однако наиболее вероятными результатами имеющихся проблем в трудовых отношениях станут повышение напряженности на областном рынке труда, замедление роста заработной платы. Если в стране и регионе в ближайшие годы значительно не повысятся уровень оплаты труда и реальные доходы населения, то низкий платежеспособный спрос на внутреннем рынке станет серьезным препятствием экономического роста. Обозначившаяся финансовая нестабильность и начавшийся экономический спад оказывают негативное воздействие на развитие ситуации на региональном рынке труда и усугубляют его основные проблемы [4]. Ориентация в решении проблем в трудовых отношениях представлена на рисунке 1.

Предприятия и организации стремятся снизить издержки, в том числе за счет высвобождения работников, прекращения приема кадров, сокращения времени отправления работников в незапланированные отпуска.

Для предупреждения развития негативных явлений сокращение роста безработицы необходимы следующие меры:

- опережающее профессиональное обучение работников в случае угрозы массового увольнения;
- организация временного трудоустройства, общественных работ, стажировки в целях приобретения опыта работы безработных граждан, граждан, ищущих работу, включая выпускников образовательных учреждений, а также работников в случае угрозы увольнения;
- оказание адресной поддержки гражданам, включая организацию их переезда в другую местность для замещения рабочих мест, в том числе создаваемых в рамках реализации федеральных целевых программ и инвестиционных проектов;
- содействие развитию малого предпринимательства и самозанятости безработных граждан;
- обучение граждан и развитие креативного мышления;
- модернизация рабочих мест и внедрение инновационных проектов на предприятиях региона.

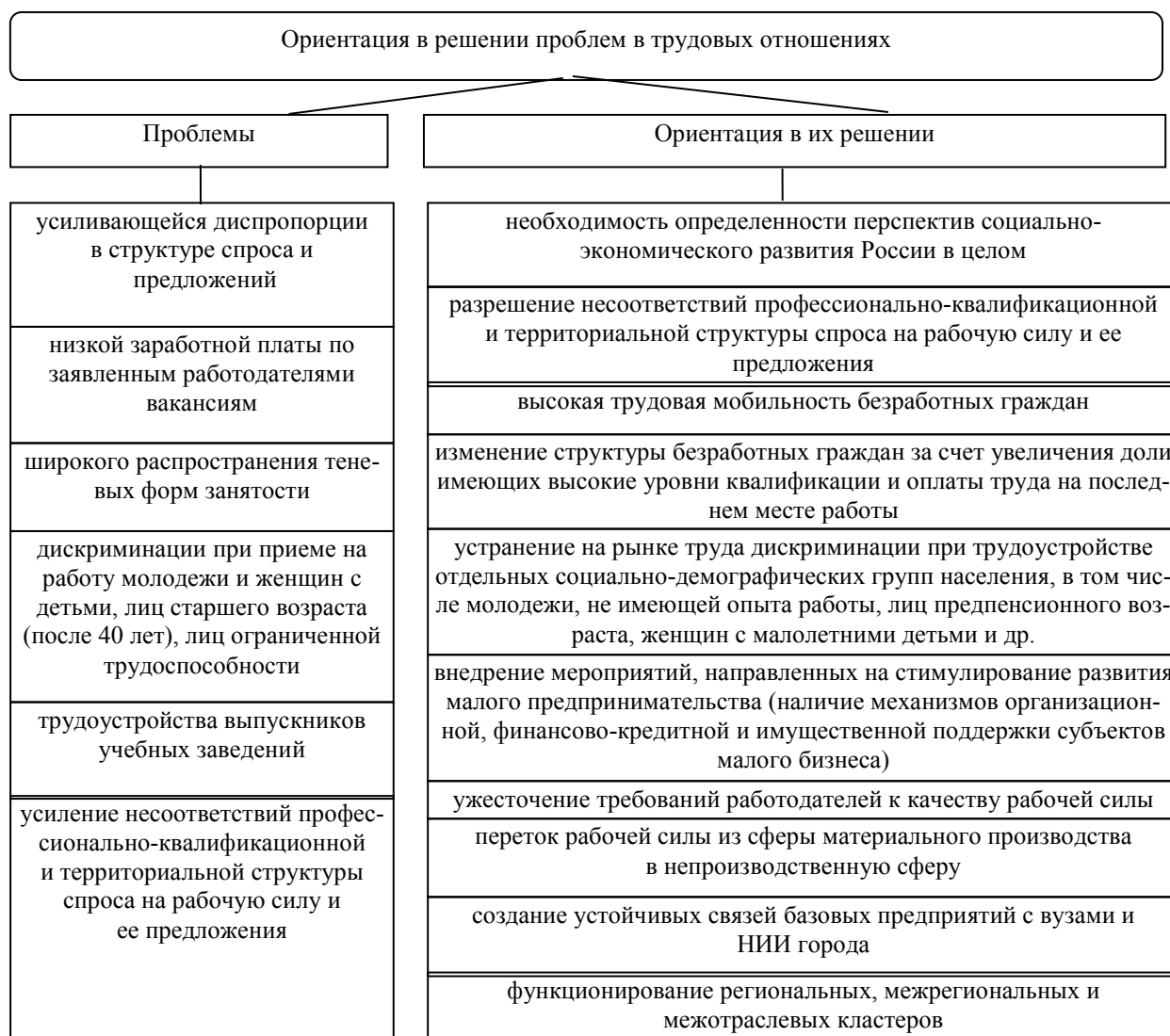


Рисунок 1 – Проблемы трудовых отношений и ориентация в их разрешении

Реализация предлагаемых мероприятий позволит последовательно осуществлять меры по улучшению ситуации на рынке труда, что даст возможность привести к стабилизации в социально-экономической сфере, сохранению интеллектуального потенциала региона, поддержанию основных параметров жизнедеятельности населения Воронежской области.

В настоящий период и в будущем в системе социально-экономических средств формирования поведения работника основным является стимулирование труда, которое определяет взаимодействия между работником и работодателем, служит фактором повышения заинтересованности в труде, внедрении передовых методов работы, что, в свою очередь, ведет к повышению конкурентоспособности организации и жизненного уровня работника.

В современных условиях стабильный рост реальной заработной платы возможен лишь при многоплановой, поощрительной для отечественного товарного производства политике развития внутреннего рынка России, повышения уровня социальной поддержки населения, что требует усиления государственного регулирования в экономике.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гишкаева, Л. Л. Уровень и динамика заработной платы в России [Текст] / Л.Л. Гишкаева // Молодой ученый. — 2013. — №3. — С. 207-209.
- 2 Овчинникова, Т. И. Трудовая деятельность работников предпринимательских организаций и ее стимулирование [Текст] / Т.И. Овчинникова, С.В. Кобелева. — Воронеж: ИСТОКИ. — 2007. — 200 с.

3 Овчинникова, Т. И. Современная концепция стимулирования предпринимательской деятельности (на примере предприятий Воронежской области) [Текст] / Т.И. Овчинникова, С.В. Кобелева, А.В. Марков // Управление персоналом. – 2007. – № 17. – С. 46-49.

4 Овчинникова, Т. И. Современная концепция стимулирования деятельности работников [Текст] / Т.И. Овчинникова, С.В. Кобелева // Кадры предприятия. – 2007. – №10. – С. 97-101.

5 Пети, У. Экономические и статистические труды [Текст] / У. Пети. – М.: «Соцэкгиз», 1940. – С. 33-35.

6 Стратегия социально-экономического развития Воронежской области на период до 2020 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://econom.govvrn.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=75. – Загл. экрана.

7 Чернышевский, Н.Г. Избранные экономические произведения [Текст] / Н.Г. Чернышевский. – 1948. – Т.3. – Ч.1. – С. 30-35.

8 Трудовые ресурсы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/. – Загл. экрана.

REFERENCES

1 Gishkaeva, L. L. Level and dynamics of wages in Russia [Text] / L.L. Gishkaeva // A young scientist. - 2013. - № 3. - P. 207-209.

2 Ovchinnikova, T. I. Lives of employees of business organizations and its stimulation of [Text] / T.I. Ovchinnikova, S.V. Kobeleva. - Voronezh: ISTOKI. - 2007. - 200 p.

3 Ovchinnikova, T.I. Modern concept of stimulating entrepreneurial activity (on the example of the Voronezh region) [Text] / T.I. Ovchinnikova, S.V. Kobeleva, A. V. Markov // Personnel Management. - 2007. - № 17. – P. 46-49.

4 Ovchinnikova, T.I. modern concept of stimulating the activity of employees [Text] / T. I. Ovchinnikova, S. V. Kobeleva // Staffing company. - № 10. - 2007. - P. 97-101.

5. Peti, Y. Economic and statistical works [Text] / Y. Peti. -M.: "Sotsekgiz", 1940. – P. 33-35 .

6 The strategy of socio- economic development of the Voronezh region up to 2020 [Electronic resource]. – Access mode: http://econom.govvrn.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=75. – Title screen.

7 Chernyshevsky, N. G. Selected economic product [Text] / N.G. Chernyshevsky. – 1948. - V.3. – Part 1. - P. 30-35.

8 Human resources [Electronic resource]. - Access mode: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/. - Title screen.

УДК 005.35:338.784
ББК У290.2

Профессор Г.С. Мерзликина, аспирант Т.Ю. Грибцова
(Волгоград. гос. технич. ун-т) кафедра экономики и управления,
тел.(8442)24-81-89

Политика социальной ответственности корпоративного промышленного бизнеса

Изучение содержания и границ социальной ответственности корпоративного промышленного бизнеса. Особенности промышленного бизнеса. Корпоративная социальная ответственность. Принципы формирования политики социальной ответственности корпоративного промышленного бизнеса.

Study of the content and limits of corporate social responsibility industrial business. Features of industrial business. Corporate social responsibility. The principles of corporate social responsibility policy of industrial business.

Ключевые слова : социальная ответственность , промышленный бизнес, корпоративная социальная ответственность.

Социальная активность бизнеса, эффективность социальных инвестиций, формирование целенаправленных социальных программ являются актуальными и востребованными в настоящее время во всех странах. Усиление внимания к социальной ответственности бизнеса объясняют увеличением влияния нематериальных факторов на экономический рост, в первую очередь связанных с развитием человеческого потенциала; превращением бизнеса в равноправного партнера социального развития; усилением влияния крупных компаний (корпораций) на экономическое развитие.

Трудно переоценить социальную значимость крупных промышленных предприятий, в первую очередь, для территорий, на которых они расположены. Российские промышленные организации, можно сказать, сейчас несут двойную нагрузку по содержанию социальной сферы. Сначала бизнес платит все налоги, которые уходят в бюджет и весьма трудно проследить их распределение. А затем компании вынуждены выделять дополнительные средства на социальную сферу территорий присутствия производства. Они участвуют в формировании местных и региональных бюджетов, они создают большую часть рабочих мест для населения.

Но в сегодняшней ситуации многие промышленные группы понимают, что мало уплатить налоги, обеспечить занятость и заработную плату. Экономическое развитие производства часто неотделимо от социально-

экономического развития территорий присутствия [1]. Социальная политика промышленного корпоративного бизнеса в настоящее время активно формируется, развивается корпоративная социальная ответственность (КСО). Однако зачастую не учитывается специфика социальной ответственности промышленного бизнеса: необходимость высокопрофессионального управления производственными процессами, что обеспечивается специальным кадровым составом; определенные ограничения гибкости производственного процесса (специальное узкопрофильное оборудование), что не позволяет оперативно и экономично реагировать на изменение рыночной инфраструктуры; необходимость наличия развитой, и, по возможности, автономной, производственной инфраструктуры (дополнительные капитальные вложения), что позволяет на производственных площадках организовывать различные основные процессы; как правило, высокая материало- и энергоемкость. Политика социальной ответственности (возможно и в рамках КСО) должна учитывать эти особенности.

Корпоративный промышленный бизнес развивается в условиях современного рынка; в условиях явных, реальных и формальных рыночных свобод. Стратегической целью любой промышленной организации следует признать обеспечение производственного процесса ресурсами (материальными и нематериальными), достижение определенного уровня рентабельности (прибыльности). Корпоративный бизнес предполагает достижение поставленной цели (целей) на

основе реализации принципов корпоративного управления. Основные принципы корпоративного управления были изложены в одноименном документе ОЭСР ещё в 1999 г., носят рекомендательный характер и должны обеспечивать защиту прав акционеров, равное отношение к акционерам, признание прав заинтересованных лиц, раскрытие информации, контроль над администрацией со стороны правления. Таким образом, принципы корпоративного управления ОЭСР определяют «работу корпорации во внутренней среде», но не отмечают необходимости социальной ответственности.

Российский кодекс корпоративного управления закрепил четыре основных принципа корпоративного поведения: равенство прав всех акционеров, контроль деятельности исполнительных органов, «исполнительные органы должны разумно, добросовестно, *исключительно в интересах общества* осуществлять эффективное руководство текущей деятельностью общества, будучи подотчетными совету директоров и акционерам общества», открытость и доступность информации об обществе. Отмеченный курсивом принцип корпоративного управления, определяет важность и необходимость работы исполнительных органов (реализующих экономическую политику корпорации), но исключительно в интересах общества (акционерного общества).

Общественная роль корпораций обозначена в рекомендательном документе - «Принципах корпоративного управления ОЭСР», который гласит, что необходимо добиваться того, чтобы корпорации действовали на благо всего общества; национальные правительства создают условия, а корпоративные организации несут основную ответственность за общую эффективность национальной экономики.

Концепции социальной ответственности бизнеса появились в 50-е годы двадцатого столетия (первый фундаментальный труд на темы социальной ответственности — книга Ховарда Боуэна «Социальная ответственность бизнесмена»). Современные научные исследования социальной ответственности определяют три уровня: соблюдение законодательства (налоговое, трудовой и гражданский кодексы), социальная активность ради выгоды (улучшение имиджа организации, повышение инвестиционной привлекательности и др.), социальная активность не ради выгоды (социально ответственное поведение, безвозмездная и непубличная помощь). Именно второй и третий

уровни относят к добровольной составляющей социальной ответственности.

Значимость корпоративной социальной ответственности в настоящее время переоценить сложно. О корпоративной ответственности пишутся учебники, руководства, её проблемы обсуждаются в прессе. «Тем не менее, общественные настроения в отношении корпоративной социальной ответственности, которая, по сути, представляет собой обязательства компаний перед обществом и оказывает на него огромное влияние, никогда не были такими негативными» [7]. По мнению Крейга Смита, декана программы MBA в Лондонской бизнес-школе и Крейга Коуна, главы Globalagency [7], корпоративная социальная ответственность, за незначительным исключением неэффективна; в большинстве компаний ограничиваются наличием специального отдела, задачей которого является информирование общества о «добрых делах» компании; расходы на мероприятия в сфере социальной ответственности; в то же время, вопросы корпоративной социальной ответственности, которые должны стать основным направлением их деятельности, ничтожно малы по сравнению с бюджетами на маркетинг. Активно в настоящее время ведется работа по уточнению содержания КСО, границ КСО (руководящие принципы для предприятий разработаны ЮНКТАД, МОТ, ОЭСР).

Термин «корпоративная социальная ответственность» рассматривается каждой профессиональной, социальной группой со своей точки зрения, наиболее удачной для решения собственных задач. Для PR-менеджеров — это защита деловой репутации, для финансовых менеджеров и бухгалтеров — аудит в рамках цепочки распределения, для некоммерческих объединений — сохранение ресурсов и гуманитарная деятельность, для правительства — возможность поделить бремя моральной и материальной ответственности за социальное развитие с бизнесом [2]. Социально ответственное поведение становится одним из условий «выживания организаций», а его уровень зависит от прибыльности и выгодности социальной активности для предпринимателя.

Общепринято, что корпоративная социальная ответственность включает в себя обязательства организации в экономической, экологической и социальной областях. Экономика - ответственность при реализации бизнес-целей компании (извлечение прибыли, рост, завоева-

ние рынков и т.д.). Экология – ответственность за обеспечение производства природными факторами. Социальная сфера – ответственность за обеспечение кадровыми, культурными и др. ресурсами для деятельности организации и некие негативные экстерналии (сокращение, производственные травмы и т.п.). Такой принцип выделения областей корпоративной ответственности закреплён во всех современных международных стандартах корпоративной ответственности и социальной (нефинансовой) отчётности.

Социальная политика бизнеса подразделяется на внутреннюю (инвестиции в персонал) и внешнюю (поддержка социальных проектов муниципальных и/или региональных территорий в рамках своей деятельности). Первая включает внутрикорпоративные социальные программы (профессиональное развитие персонала и создание позитивных стимулов). Совершенствование человеческого капитала является важным инструментом для укрепления конкурентоспособности бизнеса. Внешняя составляющая социальной политики предполагает социальное инвестирование в развитие территорий своего пребывания. В этом случае побудительными стимулами являются – формирование позитивного имиджа в глазах местного населения и стремление к уменьшению *социальной напряженности*.

В настоящее время в теории и практике управления выделяют так называемые «узкий» и «широкий» подходы к пониманию сущности корпоративной социальной ответственности. Первый, опираясь на теорию агентских издержек, предполагает выполнение финансовых обязательств и подотчетность перед акционерами, в основе второго лежит теория заинтересованных лиц (с необходимостью выполнения обязательств перед ними по экономическим, социальным и экологическим показателям). Теоретическим обоснованием широкого подхода является теория социального контракта; социальную ответственность корпорации тогда следует трактовать, как обязательства корпоративного менеджмента принимать управленческие решения, исходя из экономических, экологических и социальных критериев в обмен на ресурсы, предоставляемые заинтересованными лицами [3].

Реализуя свои социальные программы, бизнес вынужден решать проблему поддержания баланса: эффективности для общества – социального эффекта (вклад организации в ре-

шение социальной проблемы) и эффективность для самого бизнеса (возможность реализации социальных программ при осуществлении, предположительно успешном основной деятельности). При этом, говоря об экономической выгоде для бизнеса, в первую очередь имеют в виду сокращение отрицательных экстерналий и снижение социальной напряженности (особенно в условиях нестабильной среды и неблагоприятном изменении конъюнктуры рынка). Обобщая вышесказанное, можно предложить следующее определение КСО: корпоративная социальная ответственность организации представляет собой совокупность норм и ценностей хозяйствующего субъекта, формируемых в процессе реализации функций и бизнес-процессов, закреплённых документально, являющихся *основой* системы корпоративного управления и ориентированных на создание и развитие лояльности элементов внешней.

Промышленный корпоративный бизнес обладает определенными особенностями. Промышленное предприятие – это, как правило, крупная организация или объединение различных предприятий на условиях аутсорсинга и/или контрактации; это привлечение больших объемов ресурсов (финансовых, материальных), это значимость для развития отдельных территорий и страны в целом (градо- и районообразующие предприятия, рабочие места, инноватизация и индустриализация всей экономики). В настоящее время предприятия практически всех отраслей промышленности (наверное, за исключением предприятий, являющихся национальным достоянием страны) переживают сложные времена. Изменилась конъюнктура многих рынков, снизилась эффективность деятельности, глобализация экономики. Многие промышленные предприятия прошли через отдельные процедуры банкротства, многие закрылись.

Структурные деформации, происходящие в российской экономике и в российской промышленности, статистические результаты деятельности промышленности вынуждают говорить о сворачивании промышленного производства (например, Волгоградский тракторный завод в 2005 г. признан банкротом, завод медицинского оборудования закрыт в 2005 году, значительно сократил выпуск завод ТДиН, закрыты и другие промышленные предприятия). Некоторая часть заброшенных (они именно так и называются) заводов Волгограда сохраняет производственную деятельность, большинство – не функционируют, кон-

струкции и здания разрушаются. За последние четыре года в России прекратили работу более 30 гигантов отечественной промышленности (АЗЛК, Ижевский мотоциклетный завод, Павловский Инструментальный завод, Липецкий тракторный завод, Судостроительный завод «Авангард», Саратовский авиационный завод и другие). Многие градообразующие заводы официально находятся в состоянии банкротства (производство и переработка леса, полезных ископаемых, стройматериалов, пищевой промышленности, легпрома) [9].

Специфика промышленного бизнеса – значимая социальная ответственность (в контексте данной статьи – масштаб производства, уровень занятости, значимость производимой продукции для развития национальной экономики). Негативные последствия отсутствия социальной ответственности у некоторых промышленных предприятий приобретают системный характер. Как пример – нынешняя ситуация на предприятиях РУСАЛа: Волгоградском – 3500 работающих, Уральском – 2200 работающих, Богословском – 2903 работающих, Волховском – 400 работающих. Крупнейший в мире производитель алюминия UC RUSAL сократит свое производство в 2013 г. на 9 % по сравнению с прошлым годом, приостановив производство на ряде заводов, несмотря на ожидаемый рост потребления металла. В отчете РУСАЛа на Гонконгской фондовой бирже (19 августа 2013 года) сказано, что совет директоров утвердил программу дополнительного снижения объемов производства, направленную на сокращение издержек и увеличение маржи. В рамках уточненной программы алюминиевое производство будет остановлено на наименее эффективных заводах алюминиевого дивизиона «запад» [5]. Волгоградский алюминиевый завод остановил производство 16 сентября 2013 года, в результате 3500 высокопрофессиональных специалистов и работников уволены. Отключением рубильников под марш «Прощание славянки» рабочие постарались придать торжественность последнему вздоху своего оборудования. Считается, что завод законсервирован. Однако в нашей стране никогда никто не занимался расконсервированием предприятий, это возможно только в теории. Алюминиевая промышленность очень сложная, и если оборудование не будет включаться хоть несколько недель, с ним уже можно попрощаться. «Никакая порошковая металлургия или другое производ-

ство, существующее на этой промплощадке, работать уже не будет. Завод строился как комплекс. Одно без другого не сможет получать ни воду, ни тепло, ни газ, ни электричество» [4]. Решение о Волховском алюминиевом заводе будет принято в 2015 году. Одной из причин сокращения производств является неустраивающий тариф на электроэнергию, поиск решения о «снижении конечной стоимости электроэнергии» проблему не решил. Все перечисленные заводы – градо- и районообразующие. Массовое сокращение производство чревато социальными акциями, усилением социальной напряженности (известные события в ПИКАЛЕВО в 2009 г. стали нарицательными).

В то же время активно обсуждается проект закона о промышленной политике, более тридцати пяти регионов России приняли свои региональные законы о промышленной политике или о промышленном развитии. Причем основным принципом промышленной политики признается принцип признания приоритета (определяющей роли) промышленности в социально-экономическом развитии региона, комплексного промышленного развития территории, и России в целом. Проблемы промышленных предприятий разрешимы. Неэффективный менеджмент требует одних и тех же известных мер. Снижение рентабельности и даже убыточность промышленных предприятий исправима. В качестве примера – богатый опыт «реанимации» российских предприятий Д. Батурина, руководителя международного центра оптимизации бизнес-процессов и увеличения доходности предприятий АО «Крона Групп» [6].

В случае с временным или тотальным изменением конъюнктуры рынка возможно перепрофилирование многих производств, использование своего рода промышленного «second hand» (*при сохранении сформированной производственной инфраструктуры*). Возможен и так называемый редевелопмент, правда, с одной оговоркой, не только в складские помещения, офисы, торговые залы, музейные и выставочные центры, то есть с сохранением промышленного назначения бизнеса (по аналогии с процедурами оценки бизнеса учитывать принцип «наилучшего и наиболее эффективного использования»).

«Промышленная миссия» промышленного корпоративного бизнеса предопределяет и его значимую социальную ответственность. Осознание бизнесом своей социальной ответственности – залог успешного развития как экономики от-

дельного предприятия, так и всей экономики страны. По мнению Н. Кирилловой [10], в западной экономике сложились в настоящее время три основных подхода к осознанию сущности КСО и предназначению бизнеса: первый заключается в предположении, что основная и единственная задача предпринимателя – рост прибылей (корпоративный эгоизм), вторая – «гармоничное развитие общества» (корпоративный альтруизм), третий – поиск баланса между двумя этими целями (в разных пропорциях, разными инструментами и методами).

Определяя объемы социальных инвестиций, компания учитывает три фактора: прибыль, долгосрочную перспективу предприятия и его социальную значимость. Влияние первого фактора очевидно, но два другие не менее важны. В случае, если сегодня предприятие не является экономически эффективным, поддерживать инфраструктуру необходимо, иначе она придет в упадок, что скажется на потенциале самого производства. В том случае, если перспективы данного производства исчерпаны (выработан потенциал оборудования совершенствования технологий, организации производства), необходимо попытаться учесть интересы и работников предприятия (сохранение рабочих мест, в первую очередь, за «носителями ключевых компетенций») и жителей территории (сохранение налоговых поступлений в местный бюджет).

В настоящее время ориентация только на экономическую составляющую бизнеса утрачивает свою безусловную значимость; по мнению ряда исследователей, основополагающая роль бизнеса в решении социальных проблем определяется его сущностью не только как экономического, но и социального института. Повышается значение этического компонента бизнеса, внимание к внутренним и внешним социальным проблемам корпорации становится гарантом успеха самого бизнеса. Происходит активная интеграция корпоративной социальной ответственности в корпоративную стратегию компаний.

В нашей стране в период распределительной экономики взаимоотношения между предприятиями, работниками и местными сообществами носили патронажный характер. Переход экономики к принципам рыночного хозяйствования повлек за собой разрушение социальной инфраструктуры и нарушение трудовых стандартов. В настоящее время лишь складывается система управления социальной ответственностью корпораций в нашей стране.

Содержание экономических интересов неоднородно и проявляется в различной совокупности практических мотивов действия, целей и задач деятельности любой организации (корпорации). Общеизвестно, что хозяйствующие субъекты не станут действовать в интересах сохранения и поддержания экономических отношений в ущерб собственным интересам (потребностям и доходам). Вместе с тем, процесс удовлетворения собственных экономических интересов не возможен без экономической среды и определённости во взаимоотношениях хозяйствующих субъектов. Поэтому существование и развитие каждой организации (корпорации) возможно только при помощи социальной кооперации.

Взаимодействие в социуме априори предполагает социальную ответственность всех участников взаимодействия. Социальная ответственность бизнеса (корпораций) предполагает реализацию собственных экономических интересов только на основе сбалансированности и непротиворечивости методов, инструментов, механизмов их достижения. Государство принимает на себя решение многих социальных вопросов, корпорации должны также брать на себя ряд социальных обязательств, нести определённую социальную ответственность. Только социальная кооперация государства, общества, корпораций будет условием успешного функционирования и развития бизнеса.

Таким образом, политика социальной ответственности промышленного корпоративного бизнеса (совокупность принципов, приоритетов, целевых установок) должна, безусловно, учитывать особенности промышленного бизнеса. Одним из важнейших принципов политики социальной ответственности должен быть принцип поддержания «промышленного предназначения». Изменение конъюнктуры рынка, снижение доходности не могут быть основанием для быстрых и радикальных решений о закрытии производств. Необходимо включить в границы социальной ответственности промышленного корпоративного бизнеса ответственность за занятость персонала, при условии сохранения промышленного предназначения. Как сказано было ранее, персонал промышленных предприятий (в своем большинстве) в случае сокращения с большой долей вероятности не найдет соответствующую работу, потребуется время на социальную адаптацию, возможно профессиональную переподготовку, приобретение нового производственного опыта.

Практика отечественного бизнеса показывает, что адаптации и переподготовки, как правило, не происходит. Работники уходят в бесконечный «отпуск» со всеми негативными последствиями или идут вынужденно «навсегда» в коммерческий бизнес (торговлю) (специфических профессиональных знаний требуется минимум), решая самостоятельно свою проблему занятости. И первое, и второе не способствуют социальной стабильности общества и развитию экономики. В случае оживления рынка и укрепления спроса на некую промышленную продукцию специалистов, профессионалов надо будет «создавать» с нуля. Это требует времени и определенных затрат.

Проблема расширения границ социальной ответственности обсуждается отечественными и зарубежными учеными; различают американский (сторонники - П.Друкер, М.Фридман) и европейский подход (сторонники - Л.Холм и Р. Уаттс) в её решении. Американский подход предполагает, что сверхзадачей бизнеса является повышение прибыли и рост ценности компании для акционеров. Питер Друкер отмечает, что границы социальной ответственности - центральная проблема менеджмента и общества организаций [8], однако по-своему определяет это ограничения. По его мнению, менеджеры должны уметь осмыслить действительность через призму ограничений социальной ответственности, которые налагают их обязанность обеспечивать высокую работоспособность организаций, которыми они управляют; чтобы приносить пользу обществу, бизнес, прежде всего, должен хорошо делать свою работу (по сути, очень хорошо ее делать). Поэтому действия, продиктованные экономически непозволительной и несостоятельной социальной ответственностью, всегда будут проявлениями безответственности. Таким образом, по П. Друкеру, границы социальной ответственности – «финансовые» (возможность за счет эффективности бизнеса поддерживать некоторые социальные программы).

Наше предложение о расширении границ социальной ответственности близко к так называемому европейскому подходу, становление которого берет свое начало во второй половине 60-х годов прошлого столетия. Этот подход, часто и напрасно упрекаемый за антирыночность, имеет много сторонников.

В соответствии с подходом ответственность за развитие общества в максимальной степени возлагается на бизнес: добровольная интеграция социальной и эконо-

мической политики в бизнес – операции. Известное определение (Л. Холма и Р. Уаттса) сущности КСО как постоянной приверженности бизнеса вести дела на основах этики и вносить свой вклад в экономическое развитие, в тоже время, улучшая качество жизни своих работников и их семей, как и общества в целом. Такой подход одобрен большинством европейских стран.

Вывод можно сделать следующий. Социальная стабильность – одно из условий устойчивого развития экономики. Любые затраты, относимые на решение «социальных проблем» - это своего рода социальные инвестиции стратегического характера, обеспечивающие стратегическое развитие как самой промышленной корпорации, так и общества в целом. Политика социальной ответственности корпоративного промышленного бизнеса должна включать *обязательные* (уплата налогов, соблюдение трудового кодекса, поддержание необходимых условий труда, охрана окружающей среды, контроль за качеством продукции) и *добровольные* (корпоративная этика, политика по вопросам экологии, социальная политика по отношению к обществу в целом, кадровая политика, соблюдение прав сотрудника, поставщика, потребителя, реализация принципов и подходов к корпоративному управлению) компоненты. Особенности промышленного бизнеса – это и определенное бремя и определенная дополнительная возможность сохранения и развития бизнеса. Крайняя нежелательность сокращения персонала (узкопрофессиональный состав кадров, необходимость определенного производственного опыта создают существенные проблемы с трудоустройством высвобождаемых работников и возможность значительного увеличения социальной напряженности). В то же время возможна реструктуризация производства, перефилирование основного производства, поскольку дорогостоящая и сложная инфраструктура уже имеется в наличии. Базовыми элементами социальной политики промышленного корпоративного бизнеса являются интересы определенных категорий индивидуумов или их групп (прежде всего, владельцев и топ-менеджмента), работников предприятия и регионального сообщества, определяющих особенности деятельности и поведения промышленной бизнес-структуры. Границы социальной ответственности корпоративного промышленного бизнеса должны включать и занятость промышленного персонала.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Аксенова, О. Промышленные компании несут двойную нагрузку по содержанию социальной сферы [Электронный ресурс] / О. Аксенова. - Режим доступа: <http://www.csrjournal.com/1391-promyshlennye-kompanii-nesut-dvoynuju-nagruzku.html>. - Загл. с экрана.
- 2 Беляева, И.Ю. Корпоративная социальная ответственность: управленческий аспект [Текст]: монография / И.Ю. Беляева, М.А. Эскиндарова. — М.: КНОРУС, 2008. — 25 с.
- 3 Беляева, И. Корпоративное гражданство: через классику – к российским реалиям [Текст] / И. Беляева, Б. Батаева // Эффективное антикризисное управление. - 2005. - №33.
- 4 Волгоградский алюминиевый завод закрыт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://our-russia.ucoz.ru/news/volgogradskij_aljuminievyy_zavod_zakryt/2013-09-06-2286. - Загл. с экрана.
- 5 Дерипаска закрывает 5 алюминиевых заводов в России и не исключает продолжения? [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.metaltorg.ru/n/99E28D>. - Загл. с экрана.
- 6 Любой убыточный завод можно сделать прибыльным [Электронный ресурс] // Журнал Генеральный директор. - 2013. - №4. - Режим доступа: <http://clip-russia.ru/2013/05/baturinmay2013/>. - Загл. с экрана.
- 7 Смит, К. К вопросу о социальной ответственности корпораций [Электронный ресурс] / К. Смит, К. Коун. - Режим доступа: <http://www.csrjournal.com/lib/networkoverview/1862-k-voprosu-o-socialnoj-otvetstvennosti-korporacij.html>. - Загл. с экрана.
- 8 Друкер, П. Менеджмент: задачи, обязанности, практика [Текст] / П. Друкер. - М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2008. — 992 с.
- 9 Коваценко, М. Промышленные предприятия РФ переживают настоящую чистку [Электронный ресурс] / М. Коваценко. - Режим доступа: <http://newsland.com/news/detail/id/1151775>. - Загл. с экрана.
- 10 Кириллина, Н. Филантропический вызов [Электронный ресурс] / Н. Кириллина // Компания. - 2008. - №30. - С. 36-38. - Режим доступа: <http://ko.ru/articles/19361>. - Загл. с экрана.

REFERENCES

- 1 Aksenova, O. Industrial companies bear a double burden on the content of the social sphere [Electronic resource] / O. Aksenova. - Access mode: <http://www.csrjournal.com/1391-promyshlennye-kompanii-nesut-dvoynuju-nagruzku.html>. - Title screen.
- 2 Belyaeva, I.Y. Corporate social responsibility: management aspect [Text]: monograph / I.Y. Belyaeva, M.A. Eskindarova. - M.: KNORUS, 2008. - 25 p.
- 3 Belyaeva, I. Corporate citizenship: through the classics - to Russian realities [Text] / I. Belyaeva, B. Bataeva // Effective crisis management. - 2005. - № 33.
- 4 Volgograd aluminum plant closed [Electronic resource]. - Access mode: http://our-russia.ucoz.ru/news/volgogradskij_aljuminievyy_zavod_zakryt/2013-09-06-2286. - Title screen.
- 5 Deripaska closes 5 aluminum plant's rows in Russia and does not preclude the continuation? [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.metaltorg.ru/n/99E28D>. - Title screen.
- 6 Any unprofitable plant can be made profitable [Electronic resource] // Journal of General Director. - 2013. - № 4. - Access mode: <http://clip-russia.ru/2013/05/baturinmay2013/>. - Title screen.
- 7 Smith, K. On the social responsibility of corporations [Electronic resource] / K. Smith, K. Coune. - Access mode: <http://www.csrjournal.com/lib/networkoverview/1862-k-voprosu-o-socialnoj-otvetstvennosti-korporacij.html>. - Title screen.
- 8 Drucker, P. Management: tasks, responsibilities, practice [Text] / P. Drucker. - M.: LTD "P.H. Williams", 2008. - 992 p.
- 9 Kovatsenko, M. Industrial enterprises are experiencing a real Russian cleaning [Electronic resource] / M. Kovatsenko. - Access mode: <http://newsland.com/news/detail/id/1151775>. - Title screen.
- 10 Kirillina, N. Philanthropic challenge [Electronic resource] / N. Kirillina // Company. - 2008. - № 30. - P. 36-38. - Access mode: <http://ko.ru/articles/19361>. - Title screen.

Профессор А.И. Хорев, профессор Т.И. Овчинникова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, тел. (473) 255-37-82

профессор А.И. Пахомов, доцент С.В. Кобелева

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра бухгалтерского учета и бюджетирования

Методические подходы к анализу экономической безопасности инновационно-инвестиционных проектов в продовольственном комплексе

Рассмотрены различные методы расчетов экономической безопасности при внедрении инноваций на предприятиях продовольственного комплекса.

The different methods of calculation of economic security in the implementation of innovation in enterprises of the food complex were considered.

Ключевые слова: методические подходы, экономическая безопасность, продовольственный комплекс.

Современное понятие «экономическая безопасность продовольственного комплекса» определяется как системное состояние экономики области, обеспечивающей продовольственную независимость и гарантию физической и экономической доступности продовольствия для ее населения в объеме, ассортименте и качестве, необходимых для активной и здоровой жизни. Эта проблема исследована многими авторами. В частности, стабильное обеспечение населения продовольствием в нужном количестве рассматривали В.Есипов, Г. Маховиков [6], о физической и экономической доступности продовольствия писали Ю. Глазьев [4], Р. Гумеров [5], о необходимости финансового механизма поддержки сельского хозяйства писали В. Закшевский, И. Стариков [16], С.Ю. Покровский [15], А.С. Куликов [10], Л. Абалкин [1], В.П. Соколов, А.И. Хорев [19] рассматривали проблемы реформирования отраслей агропромышленного комплекса, внедрение инноваций, используемых в продовольственном комплексе, в виде изменения тары, инструментов, запасных частей к оборудованию, сложных, многоплановых конструкций, о внедрении в перспективные технологии писали В.Исправников и другие [8], Т.И. Овчинникова, Т.А. Еремина, С.В. Кобелева исследовали проблему интеллектуализации труда работников продовольственной сферы [12, 14].

Столь обширный для рамок статьи список авторов, рассматривающих проблему

обеспечения продовольственной безопасности в условиях совершенствования инновационной деятельности, свидетельствует о том, что она находится в состоянии развития. До сих пор нет устойчивого подхода к анализу экономической безопасности инновационных проектов в продовольственном комплексе, что является задачей данного исследования.

Экономическая безопасность продовольственного комплекса определяется, в частности, развитием и внедрением инновационно-инвестиционных проектов, в основе определения эффективности которых лежат:

1. Количественный анализ инновационных проектов в продовольственном комплексе;
2. Исследование зависимости между развитием и внедрением инновационных проектов и ожиданиями рыночных субъектов;
3. Развитие продовольственных комплексов.

Количественный анализ внедрения инновационных проектов рассмотрен ниже. Проблема экономической безопасности приобретает особую актуальность в конкурентной экономике, которая определяется требованиями развития инновационных проектов. Сложность качественно-инновационных преобразований в продовольственном комплексе связана с необходимостью сбалансированности инвестиционных и инновационных процессов, вызванных развитием рыночных условий, поэтому необходим анализ количественных изменений в продовольственном комплексе в результате внедрения инноваций.

До 90-х годов XX века эффективность инновационных проектов и обеспечение безопасности внедрения нового оборудования предлагалось выявлять по Типовой методике определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в народном хозяйстве СССР [11]. Согласно ей в зависимости от цели расчетов определялась абсолютная эффективность общей суммы капиталовложений или сравнительная эффективность альтернативных вариантов.

В нашем исследовании экономическая безопасность инновационных проектов приравнивается, в частности, к эффективности сроков их внедрения (поскольку существуют риски более раннего выхода на рынок конкурентов), которая определяется сроком окупаемости инвестиций (T), рассчитываемых по формуле:

$$T = K / \Pi, \quad (1)$$

где K — общая сумма инвестиций (капиталовложений) по проекту, Π — годовая прибыль по проекту. Проект считается рискованным, если не выполняются сроки выплаты кредитов.

В анализе используется также коэффициент эффективности инвестиций (Θ), являющийся обратной величиной сроку окупаемости:

$$\Theta = 1 / T = \Pi / K. \quad (2)$$

С 90-х годов получила распространение методика Е.Ф. Бригхема [3], согласно которой экономическая эффективность инвестиций и экономическая безопасность их вливания в инновации определяется с помощью показателей чистой нынешней стоимости (NPV), дисконтированного срока окупаемости (DPB), внутренней нормы прибыли (IRR), индекса прибыльности (PI):

$$NPV = CF_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \quad (3)$$

где CF_0 — сумма инвестиций (отрицательный денежный поток); CF_t — чистые денежные потоки (сумма чистой прибыли и амортизации) в период t ; r — стоимость капитала (процентная ставка); $t = 1, 2, \dots, n$ — длительность прогнозируемого действия проекта

Дисконтированный срок окупаемости инвестиций определяется как период времени, за который дисконтированные чистые денежные потоки (прибыль + амортизация) покрывают расходы на инвестиции. Рекомендуются также методы расчета показателей IRR (внутренняя норма доходности) и PI (индекс рентабельности).

Однако в вышеуказанном подходе существуют недостатки, заключающиеся в следующем:

- неправомерность использования амортизации для расчетов окупаемости инвестиций;
- невозможность точного прогнозирования периода действия проекта;
- учет остаточной стоимости основных фондов как части эффекта в последнем году действия проекта и др.

В некоторых исследованиях [2] дано обоснование усовершенствованной методики определения экономической эффективности инвестиций, предусматривающее расчет дисконтированного срока окупаемости инвестиционного проекта на основе чистой прибыли без учета амортизации и без предварительного определения срока действия проекта.

Общую сумму сводных инвестиций (K_n) рекомендуется определять с учетом их наращивания в период инвестирования до введения инновации до продаж и дисконтирования в период коммерциализации по формуле:

$$K_n = \sum_{t=1}^m K_t (1+r)^t + \sum_{t=m}^n \frac{K_t}{(1+r)^t}, \quad (4)$$

где m — количество лет инвестирования до введения новации до продаж; n — количество лет до завершения инвестирования инновации после продаж.

Экономическая эффективность инвестиций определяется с помощью показателя дисконтированного срока окупаемости, рассчитываемого путем дисконтирования годовых значений чистой прибыли за столько лет, чтобы их сумма достигла или превысила сводные инвестиции, по формуле:

$$\sum_{t=m}^T \frac{\Pi_t}{(1+r)^t} \geq K_n, \quad (5)$$

где Π_t — чистая годовая прибыль в t -м году; T — дисконтированный срок окупаемости инвестиций.

Обратной величиной дисконтированному сроку окупаемости является дисконтированный коэффициент эффективности инвестиций. Однако предлагаемые методы учитывают сроки и окупаемость вложений в инновационный проект, но при этом не учитываются ожидания экономических субъектов рынка.

Ожидания экономических субъектов рынка в целях безопасности до последнего времени не исследовались как отдельный объект анализа, но они изучались в виде включе-

ния ожиданий в объяснение функционирования экономических систем.

Впервые обратил внимание на необходимость учета ожиданий рынка Дж. Кейнс [9] и его последователь Дж. Хикс. Они предложили ожидания включать в систему рынка (как экзогенный фактор) [20].

Лишь по второй половине XX века используется влияние экзогенных и эндогенных факторов, как часть системы безопасности инновационных проектов предприятия. Ее сторонники связывают изменения в системе со следующими задачами:

- повышение уровня благосостояния, при этом учитывается переход «психологии бедных» к «психологии обеспеченных»;
- преобладание долгосрочных оценок над краткосрочными.

В данном подходе важны ожидания рынка для предприятий, обосновывающие инновационные процессы и учитывающие:

- определение совокупного предложения;
- формирование потребления;
- связь между реализацией инновационных проектов и продовольственной безопасностью.

Исследователями [13] выделяются адаптивные, рациональные и почти рациональные ожидания субъектов рынка и их роль в безопасном функционировании экономических систем. Не будем рассматривать в деталях адаптивные, рациональные и почти рациональные ожидания субъектов рынка, они изложены в указанной работе, однако отметим, что адаптивные ожидания субъектов рынка, которые оцениваются через экономические показатели прошлых значений; учитывают ошибки прошлых прогнозов. Допустим, если предметом ожиданий являются цены на инновационную продукцию P_t^e , обеспечивающие эффективность экономической деятельности предприятия (т.е. ее безопасность), то адаптивные ожидания цен на инновационную продукцию определяются формулой:

$$\begin{aligned} P_t^e &= P_{t-1}^e + \lambda(P_{t-1} - P_{t-1}^e) \quad \text{или} \\ P_t^e &= \lambda P_{t-1} + (1 - \lambda)P_{t-1}^e \end{aligned} \quad (6)$$

где λ – коэффициент адаптации.

Чем выше λ , тем сегодняшние ожидания более зависимы от фактических значений цен в прошлом, т.е. адаптивные ожидания – это инерционные ожидания, их формирование определяется опытом прошлого периода. Степень ошибочности предположений в данном случае объясняется способностью системы к адаптации; ошибочность предвидений объясняется неточностью информации, поскольку (в

нашем примере) цены на новые виды продукции ориентированы на цены уже имеющихся на рынке продуктов. Указанные авторы предлагают для рассмотрения результатов ожиданий рынка исследовать как можно больше факторов, в этом случае ожидания субъектов рынка будут приближены к реальным.

Обоснование тех или иных методических положений на базе различных подходов имеет принципиальное значение, особенно в современных условиях, когда методические решения часто принимаются, исходя из соображений безопасности функционирования продовольственного комплекса в целом.

Продовольственный комплекс – это взаимосвязанные системы функционирования органов государственного управления различного уровня (государственные законы, указания министерств, региональные законы), научные разработки различных научно-исследовательских институтов, образовательных учреждений, а также производственная инновационная деятельность предпринимателей. Их совместные достижения в области экономической безопасности внедрения инноваций на рынок могут быть представлены в виде формулы:

$$Y_{э.б} = F(X_i) = a_1 f_1(x_1) + a_2 f_2(x_2) + \dots + a_i f_i(x_n) \quad (7)$$

где $x_1, x_2, \dots, x_n$ – основные показатели деятельности предприятий, НИИ, государственных органов; $f_1(x_1), f_2(x_2), \dots, f_n(x_n)$ – локальные функции зависимости уровня экономической безопасности от соответствующих показателей деятельности; $a_1, a_2, \dots, a_n$ – удельный вес значимости каждого показателя для обеспечения экономической безопасности предприятия ($\sum a_i = 1$);

n – количество показателей.

Сравнительный анализ различных методических подходов к определению экономической безопасности инновационных проектов и особенностей их функционирования на рынке свидетельствует о развитии методических подходов, при этом необходимо добиваться оптимального сочетания государственного регулирования с рыночной саморегуляцией, что создает предпосылки к развитию инновационных проектов и внедрению их на рынок.

Исключительное значение в решении проблемы удовлетворения населения высококачественной, конкурентоспособной, безопасной продукцией имеет развитие аграрного сектора, входящего в продовольственный комплекс. В этой связи является важным учитывать факторы развития сельского хозяйства. В

последнее время в развитии региональных продовольственных комплексов ухудшилось ресурсообеспечение, сокращаются инвестиции, государство все меньше в финансовом отношении поддерживает сельскохозяйственных товаропроизводителей и их переработчиков, в результате чего происходит разрушение производственной, новационной и коммерческой структуры и инфраструктуры продовольственного комплекса. Региональные производственные комплексы прошлых лет (колхозы, совхозы, кооперативы) утратили свои позиции основного производителя важнейших видов продовольствия, теперь особая роль принадлежит в решении вопросов продовольственного обеспечения пищевой индустрии, которая является не только завершающим функциональным звеном производства продовольственной продукции, но и реальным организатором и интегратором эффективного, рационального и сбалансированного функционирования аграрного сектора региона и государства в целом. В Стратегии социально-экономического развития Воронежской области [18] выдвинуты задачи:

- обеспечение продовольственной безопасности, насыщение регионального рынка продукцией, произведенной в области, импортозамещение;
- развитие межрегиональных продовольственных связей;
- повышение конкурентоспособности сельского хозяйства и АПК в целом;
- экологизация агропромышленного производства;
- социально-экономическое развитие сельских территорий, создание комфортных условий жизни сельского населения.

Для их достижения необходимо улучшение делового и инвестиционного климата Воронежской области, активизация инновационных проектов в продовольственном комплексе, развитие эффективного использования технологий ресурсосбережения, повышение производительности труда на основе совершенствования техники и технологии, развитие трудового и научного потенциала. В результате реализации стратегических задач к 2020 году предполагается, что инновационная политика Воронежской области должна отличаться системностью, многоуровневостью (реализовывать экономико-организационный потенциал всех уровней управления), комплексностью (основываться на использовании факторов и инструментов разной природы).

Основные ожидаемые результаты сельскохозяйственных предприятий и организаций по переработке, а также научных организаций

и образовательных учреждений (рыночных субъектов) к 2020 г. по отношению к показателям 2009 г. предполагают рост:

- числа используемых передовых технологий – в 2 раза;
- доли инновационно-активных предприятий в общем количестве предприятий промышленности – более чем в 5 раз.

Экономическое развитие региона, его вхождение в международные связи на правах равноправного партнера требует эффективного и безопасного развития продовольственного сектора на основе внедрения инноваций. Нами предложены подходы к анализу экономической безопасности инновационных проектов в продовольственном комплексе, опираясь на которые в регионе будут достигнуты показатели, указанные в Стратегии социально-экономического развития области.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Абалкин, Л.И. Экономическая безопасность России [Текст] / Л.И. Абалкин // ЭКО. - 1998. - №3. - С.13-15.
- 2 Бень, Т.К. определению экономической эффективности инвестиций [Текст] / Т.К. Бень // Экономика Украины. - 2007. - № 4. - С. 12-19.
- 3 Бригхем, Е.Ф. Основы финансового менеджмента [Текст] / Е.Ф. Бригхем. - К.: Изд-во «Молодежь», 1997. - 1000 с.
- 4 Глазьев, С. Основа обеспечения экономической безопасности страны – альтернативный реформационный курс [Текст] / С. Глазьев // РЭЖ. - 1997. - №1. - С. 4-5.
- 5 Гумеров, Р.Р. К разработке методолого-теоретических проблем исследования продовольственной безопасности России [Текст] / Р.Р. Гумеров // РЭЖ. - 2006. - №7. - С.9-26.
- 6 Есипов, В.Е. Продовольственный рынок России: кооператив и сотрудничество [Текст] / В.Е. Есипов, Г.А. Маховикова // Материалы Международного форума. - М.: Росинформагротех, 2000 - С. 94-97.
- 7 Закшевский, В. Г. Продовольственный рынок России: кооперация и сотрудничество. [Текст] / В.Г. Закшевский // Материалы Международного форума. - М.: Росинформагротех, 2000. - С. 94-97.
- 8 Исправников, В.О. Экономическая безопасность России [Текст] / В.О. Исправников // ЭКО. - 1998. - №3. - С.16-17.
- 9 Кейнс, Дж. Общая теория занятости, процента и денег [Текст] / Дж. Кейнс. - М., 1987. - С. 98-99.

10 Куликов, А.С. Экономическая безопасность России [Текст] / А.С. Куликов // ЭКО. - 1998. - №3. - С. 3-8.

11 Методические рекомендации по определению экономической эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса [Текст]. - М.: "Экономика", 1988. - 54 с.

12 Овчинникова, Т.И. Адаптивное развитие предприятий агропромышленного комплекса [Текст] / Т.И. Овчинникова, С.В. Кобелева // Энергия. - 2011. - №1 (79). - С. 33-38.

13 Овчинникова, Т.И. Взаимосвязь ценообразования и целевых ожиданий субъектов рынка [Текст] / Т.И. Овчинникова, В.Ю. Падалкин, А.В. Марков // Инвестрегион. - 2010. - №3. - С. 57-62.

14 Овчинникова, Т.И. Взаимосвязь экономического роста и развития человеческого капитала [Текст] / Т.И. Овчинникова, Т.А. Еремина // Транспортное дело России - 2010. - №9 (82). - С. 68-73.

15 Покровский, С.Ю. Проблемы оценки продовольственной безопасности [Текст] / С.Ю. Покровский. - СПб: ГУНИПТ, 2001. - С. 79-85.

16 Стариков, И.Ф. Продовольственная безопасность России: принципы и механизм обеспечения [Текст]: автореф. ... канд. экон. наук / И.Ф. Стариков. - Новосибирск, 2000. - 21 с.

17 Стратегия социально-экономического развития Воронежской области на период до 2020 год [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://econom.govvm.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=75. - Загл. экрана.

18 Федеральный Закон «О продовольственной безопасности РФ».

19 Хорев, А.И. Методы экономической диагностики, оценки уровня хозяйственных рисков и определения стратегии в управлении предприятиями (на примере продовольственного комплекса Воронежской области) [Текст] / А.И. Хорев, В.П. Соколов. - Воронеж: ВГТА, 2003. - 108 с.

20 Hicks, J. Automatists, Hawtreyans and Keynesians [Text] / J. Hicks // Journal of money credit and banking. - 1969. - №1. - P. 313.

REFERENCES

1 Abalkin, L.I. Economic security of Russia [Text] / L.I. Abalkin // EKO. - 1998. - № 3. - P. 13 -15.

2 Ben, T. Determination of the economic efficiency of investments [Text] / T. Ben // Economy of Ukraine. - 2007. - № 4. - P. 12-19.

3 Brigham, E.F. Fundamentals of Financial Management [Text] / E.F. Brigham. - K: Publishing House "Molodezh", 1997. - P. 1000.

4 Glazyev, S.A. Framework for the economic security of the country - an alternative Reformation course [Text] / S.A. Glazyev // REJ. - 1997. - № 1. - P. 4-5.

5 Gumerov, R.R. By developing methodological and theoretical research problems of food security Russia [Text] / R.R. Gumerov // REJ. - 2006. - № 7. - P. 9 -26.

6 Esipov, V.E. Food market Russia: cooperative and cooperation [Text] / V.E. Esipov, G.A. Mahovikova // Materials of the International Forum. - M.: Rosinformagroteh, 2000. - P. 94- 97.

7 Zakshevskiy, V.G. Russian Food Market cooperation and collaboration [Text] / V.G. Zakshevskiy // Proceedings of the International Forum. - M.: Rosinformagroteh, 2000. - P. 94- 97.

8 Ispravnikov, V.O. The economic security of Russia [Text] / V.O. Ispravnikov // EKO. - 1998. - № 3. - P. 16 -17.

9 Keynes, J. General Theory of Employment, Interest and Money [Text] / J. Keynes. - M., 1987. - P. 98-99.

10 Kulikov, A.S. Economic security of Russia [Text] / A.S. Kulikov // EKO. - 1998. - № 3. - P. 3-8.

11 Guidelines by definition cost-effectiveness of activities that aimed at accelerating scientific- technical progress [Text]. - M.: "Economics", 1988. - P. 54.

12 Ovchinnikova, T.I. Adaptive time - development of the agricultural enterprises of the complex [Text] / T.I. Ovchinnikova, S.V. Kobe - leva // Energy. - 2011. - № 1 (79). - P. 33-38.

13 Ovchinnikova, T. I. The relationship pricing and target expectations of market [Text] / T.I. Ovchinnikova, V.Y. Padalkin, A.V. Markov // Investregion. - 2010. - № 3. - P. 57-62.

14 Ovchinnikova, T. I. The relationship of economic growth and human capital [Text] / T.I. Ovchinnikova, T.A. Eremina // Transportation business in Russia. - 2010. - № 9 (82). - P. 68-73.

15 Pokrovsky, S. J. Problems of Food Safety Assessment [Text] / S. J. Pokrovsky. - St.P.: GUNiPT, 2001. - P. 79-85.

16 Starikov, I.F. Russian Food security : principles and mechanism for [Text]: abstr. ... PhD / I.F. Starikov. - Novosibirsk, 2000. - P. 21.

17 Human resources [Electronic resource]. - Access mode: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/. - Title screen.

18 Federal Law "On the food security of the Russian Federation".

19. Horev, A.I. Methods of economic diagnosis, assessment of the level of economic risks and identify strategies in the management of enterprises (for example, the Food complex Voronezh region) [Text] / A.I. Horev, V.P. Sokolov. - Voronezh: VSTA, 2003. - 108 p.

20 Hicks, J. Automatists, Hawtreyans and Keynesians [Text] / J. Hicks // Journal of money credit and banking. - 1969. - №1. - P. 313.

Профессор И.П. Богомолова, соискатель Т.Ю. Ульченко

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, тел. (473) 255-27-10

доцент Н.А. Серебрякова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра теории экономики, товароведения и торговли, тел. (473) 255-63-17

Механизм управления рисками зерноперерабатывающих предприятий

В статье определены основные характеристики системы управления рисками (цель, свойства, принципы, требования), а также рассмотрен возможный механизм управления рисками мукомольных предприятий.

In article the main characteristics of a control system by risks (the purpose, properties, the principles, requirements) are defined, and also the possible mechanism of risk management of the flour-grinding enterprises is considered.

Ключевые слова: риск, система управления рисками, механизм управления рисками, отраслевые предприятия.

В настоящее время теория управления риском рассматривается как целостная система знаний, которые характеризуются логической зависимостью и взаимосвязью между доходами и финансовой устойчивостью в определенных границах риска для достижения целей экономических субъектов. Большинство экономистов рассматривают управление риском как способ снижения риска [3, 4]. Однако при комплексном подходе к построению системы управления рисками при выборе финансовой стратегии важно разработать принципы обеспечения конкурентоспособности и финансовой устойчивости предприятия в условиях изменяющейся внешней среды. Поэтому риск, сопровождающий функционирование предприятия, следует рассматривать не только как негативное явление, но и как возможность роста предприятия как субъекта рынка. В зависимости от масштабов его деятельности в определенный период времени управление рисками может быть построено по-разному. В одном случае, управление рисками – это процесс выработки компромисса, направленного на достижение баланса между выгодами от уменьшения риска и необходимыми для этого затратами; в другом – процесс выработки оптимального, разумного решения по обеспечению баланса между выгодами от оптимизации рисков и затратами с точки зрения их сопоставления с приростом стоимости предприятия.

Таким образом, под управлением рисками следует понимать процесс эффективного использования потенциала и реальных возможностей предприятия в условиях неопределенности и связанных с ней рисков, предусматривающий применение различных методов оптимизации их уровня с целью обеспечения устойчивого развития предприятия.

В области развития системы управления рисками как части экономической системы можно выделить следующие проблемы:

- отсутствие информационной базы, необходимой для анализа, прогнозирования и управления рисками в организациях;
- слабая структурированность проблем;
- увеличение негативных последствий в области управления социально-экономическими системами, вызванных быстрым изменением внешней среды систем;
- отсутствие методических разработок, инструментов, а также адекватных средств, обеспечивающих своевременное решение слабо структурированных проблем в управлении рисками;
- отсутствие профессиональных управленческих кадров в области управления рисками;
- недостаток обеспечения социальной, экологической и экономической безопасности организаций и процессов [5].

Система управления рисками (СУР) представляет собой процесс идентификации, контроля и управления риском, его причинами и возможными последствиями посредством экономико-математического аппарата, реали-

зующих соответствующие функции, необходимые для осуществления поставленных целей: выявление рисков; их оценка; управление выявленными рисками; мониторинг статуса рисков и контроля за исполнением мероприятий; реагирование на наступивший риск (антикризисный менеджмент); анализ системных причин наступления риска; изменения по ре-

зультатам анализа выявленных причин. При этом обязательными элементами является наличие на предприятии процессов выявления рисков, их оценка, управление выявленными рисками, мониторинг рисков.

На рисунке 1 отражены цель, свойства, принципы и требования к формированию системы управления рисками.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ										
Цель системы управления рисками - обеспечение успешного функционирования фирмы в условиях риска и неопределенности										
СВОЙСТВА										
Системный характер управления риском			Сложная структура системы управления риском			Высокая результативность				
Целостность	Комплексность	Способность к интеграции новых элементов	Многофункциональность и универсальность	Модульность	Многоуровневость	Гибкость и адаптивность	Адекватность	Эффективность		
ПРИНЦИПЫ										
Целенаправленность	Комплексность	Системный подход	Исключение конфликта интересов при управлении риском	Дифференцированность	Упорядоченность	Координация и контроль управленческих воздействий на различные виды рисков	Динамический (непрерывный) характер	Информационное обеспечение	Моделируемость	Формализация
ТРЕБОВАНИЯ										
Перспективность развития	Коммуникативность	Всеситуационность	Гибкость	Оперативность	Эффективность	Адекватность инструментов управления		Простота описания и доступность использования		

Рисунок 1–Система управления рисками

В первую очередь, следует рассмотреть следующие свойства системы управления риском.

1. Системный характер управления риском. Это свойство очень важно, так как подразумевает комплексное рассмотрение совокупности всех рисков как единого целого, с учетом всех взаимосвязей и возможных последствий. Кроме получения общей картины, это позволяет учесть не только воздействие инструментов управления риском на тот риск, для борьбы с которым они предназначены, но и их влияние (положительное или отрицательное) на другие риски в зависимости от их места и связей внутри системы, а также появления новых рисков.

В рамках системного характера управления рисками предполагается выделение следующих свойств:

- целостность, т.е. ориентация на общую оценку совокупности рисков и борьбу с негатив-

ными последствиями их реализации с учетом характера взаимосвязи между этими рисками;

- комплексность, т.е. необходимость учета сложности объекта управления (совокупности рисков), включая взаимосвязь между рисками, всевозможные последствия проявления риска и особенности влияния предлагаемых процедур на риск (в том числе ситуаций, когда борьба с одними рисками порождает другие);

- способность системы к интеграции новых элементов, т.е. возможность гибкого реагирования всей системы на появление новых рисков, в том числе и порожденных самой системой управления риском.

2. Сложная структура системы управления риском. Данное свойство подразумевает не только необходимость одновременного анализа большого числа рисков разной природы, т.е. значительную неоднородность совокупности рисков, но и особенности взаимосвя-

висимости между рисками, а также возможность ее использования для решения проблем разного уровня. Кроме того, это свойство предполагает изучение характера и степени влияния большого числа факторов на развитие рискованной ситуации и возникновения неблагоприятных последствий. При таком исследовании необходимо учитывать следующие аспекты системы управления риском:

- многофункциональность и универсальность, т.е. способность бороться с рисками разной природы и различными последствиями их реализации;

- модульность, т.е. возможность использования различных сочетаний процедур управления риском в разных ситуациях, что позволяет учесть специфику конкретной ситуации и при необходимости настроить указанную систему на решение индивидуальных потребностей пользователей;

- многоуровневость, т.е. обеспечение подходящей иерархической структуры принятия решений, которая обеспечивает адекватное распределение полномочий и ответственности.

3. Высокая результативность системы управления риском. Это свойство отражает способность исследуемой совокупности мероприятий к снижению возможности возникновения неблагоприятных событий и/или к преодолению их последствий. Указанная система, очевидно, должна оперативно реагировать на изменение условий, т.е. должна обладать развитыми контурами обратной связи, а кроме того, генерировать и воплощать в жизнь действенные решения, ориентированные на достаточно быстрое достижение искомого результата (уменьшение экономических потерь). Для обеспечения подобных требований предполагается соответствие системы управления риском таким аспектам, как:

- гибкость и адаптивность, т.е. способность к приспособлению к стремительно изменяющимся условиям, высокая скорость реагирования, способность быстро справляться с неблагоприятными ситуациями;

- адекватность, т.е. соответствие реализуемых процедур управления риском конкретной ситуации, выражающееся в способности оперативно выделять все ресурсы, необходимые для достижения поставленных целей;

- эффективность, т.е. способность преодолевать негативные последствия возникновения неблагоприятных ситуаций при минимальном объеме соответствующих ресурсов. В частности, система управления риском

должна обеспечивать чистый эффект: затраты на риск-менеджмент и размер возможного ущерба после выполнения процедур и методов управления риском должны быть меньше потенциального ущерба до проведения мер по защите фирмы от риска.

Таким образом, управление риском обладает всеми характеристиками относительно обособленной системы, что свидетельствует о возможности и необходимости его использования. [1]

При разработке системы управления рисками в организации необходимо исходить из многосвязности данного процесса на основе определения и совершенствования исходной модели системы посредством взаимодействия ее составных частей. В этой связи рассмотрим некоторые из принципов построения СУР более детально.

Принцип целенаправленности понимается как функциональная тенденция, направленная либо на достижение системой управления рисками определенной конечной цели, определенного состояния системы, либо на усиление или сохранение каких-то ее качеств. Расплывчатые, некорректно определенные конечные цели влекут за собой неясности в структуре и управлении системой, принятии решений, что может привести к негативным последствиям. На практике данный принцип отражается недостаточно: существующие цели системы управления рисками направлены на внутреннюю часть системы и не учитывают ее взаимодействия с внешней средой, то есть ее открытости. [3]

Принцип интеграции проявляется во взаимосвязи между самими элементами системы управления рисками. Проблема заключается в том, что система управления рисками является подсистемой организации и вынуждена функционировать в сложных регулярно изменяющихся социально-экономических отношениях, где постоянно возникают новые виды рисков, требующие гибкого реагирования всей системы.

Принцип моделируемости. Моделирование процессов развития системы управления рисками дает возможность исследовать определенные свойства при помощи одной или нескольких узко ориентированных моделей.

Принцип непрерывности во времени по фазам жизненного цикла означает непрерывающееся целенаправленное регулирование системы управления рисками. Поддержку системы управления рисками необходимо осуществлять

постоянно в зависимости от фазы жизненного цикла, на которой находится организация.

Сложность принципа упорядоченности действий управления рисками в организации заключается в том, что в чрезвычайной ситуации при малейшем отклонении системы управление ею становится достаточно сложным и может носить характер некоторой спонтанности. Поэтому необходимо наличие алгоритмов с упорядоченными действиями, осуществляемыми в определенной последовательности.

Применение системного подхода как принципа системы управления рисками, предполагает проведение непрерывного контроля процесса управления рисками.

Принцип формализации обуславливает необходимость создания методов, инструментов, подходов, определений, оценок и получения количественных характеристик. Проблема формализуемости может быть вызвана быстрыми изменениями в элементах системы управления рисками в организации. Следовательно, возникает необходимость построения формализованных моделей, что дает возможность выбора методов, инструментов, подходов, определений, оценок системы управления рисками, которая должна быть описана в нескольких функциональных пространствах, согласованных между собой, что даст возможность обнаружить новую сущность, новые свойства и возможности систематизации самих объектов.

Ключевыми тенденциями современных систем управления рисками являются приведение СУР в соответствие стратегическим планам организации, динамическое определение необходимых критериев. Таким образом, ключевыми чертами современной СУР являются мобильность и обучаемость. При этом результаты управления зависят как от понимания менеджментом компании основных объектов риска, которыми они должны управлять, так и знания факторов риска и модели управления. [1]

Основной целью процесса управления рисками на мукомольных предприятиях является достижение баланса между максимальным использованием имеющихся у предприятия возможностей для получения выгоды и предотвращения потерь. Внедрение системы риск-менеджмента подразумевает применение логических и систематических методов идентификации, анализа и оценки, мониторинга, контроля и управления рисками, присущими всем направлениям деятельности, функциям или процессам организации. Основным элементом процесса управления рис-

ками организации должна стать его интеграция со спецификой организации, основными принципами деятельности, бизнес-процессами и вовлеченность каждого работника в управление рисками. [3]

Основная проблема при управлении рисками на уровне всего предприятия – агрегирование первичной информации (и рыночной, и внутренней). Внутренние данные включают все рискованные состояния предприятия, которые характерны для видов его бизнеса. Рыночные данные также достаточно объемны: от цели до макроэкономических показателей. Кроме агрегирования, есть проблемы в согласовании и улучшении качества данных, которые будут поступать в систему управления рисками. [6]

Реализацию процесса управления рисками следует начинать с постановки цели в зависимости от объектов исследования и необходимости получения конкретных результатов.

На втором этапе определяется перечень основных рисков применительно к мукомольной отрасли. По мнению А. Алтухова, рисками, оказывающим серьезное негативное влияние на развитие зерноперерабатывающего комплекса являются: несовершенство системы управления АПК, нечеткость сложившегося распределения функций на федеральном уровне и взаимодействия федеральных и региональных органов власти, слабое участие непосредственных сельскохозяйственных товаропроизводителей в отраслевых союзах (ассоциациях), представляющих их экономические интересы в законодательных и исполнительных органах власти. [2]

На третьем этапе производится идентификация факторов, непосредственно связанных с рисками. В процессе управления рисками необходимо учитывать все внешние и внутренние факторы, влияющие на предприятие, независимо от того, подвергаются ли они простому количественному измерению или нет.

Когда наиболее значимые риски и факторы определены, следует произвести их количественную оценку. При этом предлагается воспользоваться расширенной системой показателей, из которой следует отобрать показатели, наиболее полно отражающие риски конкретного хозяйствующего субъекта. Внешние риски определяются по экспертной оценке.

В качестве критерия выбора наиболее оптимального способа управления предлагается количественное изменение целевых показателей оценки рисков с учетом принятия конкретного

решения по снижению риска. Наилучшим вариантом управления, как правило, является сочетание сразу нескольких способов, которые применяются до тех пор, пока затраты на их применение не начнут превышать отдачу. Таким образом, формируется программа по снижению рисков.

Для снижения степени риска в деятельности мукомольного предприятия предлагается использовать механизм управления рисками, где каждый уровень соответствует одному из этапов управления рисками (рисунок 2). При этом лицо, принимающее решение, может остановиться на любом из уровней или применить предлагаемый механизм управления рисками в целом в зависимости от цели.

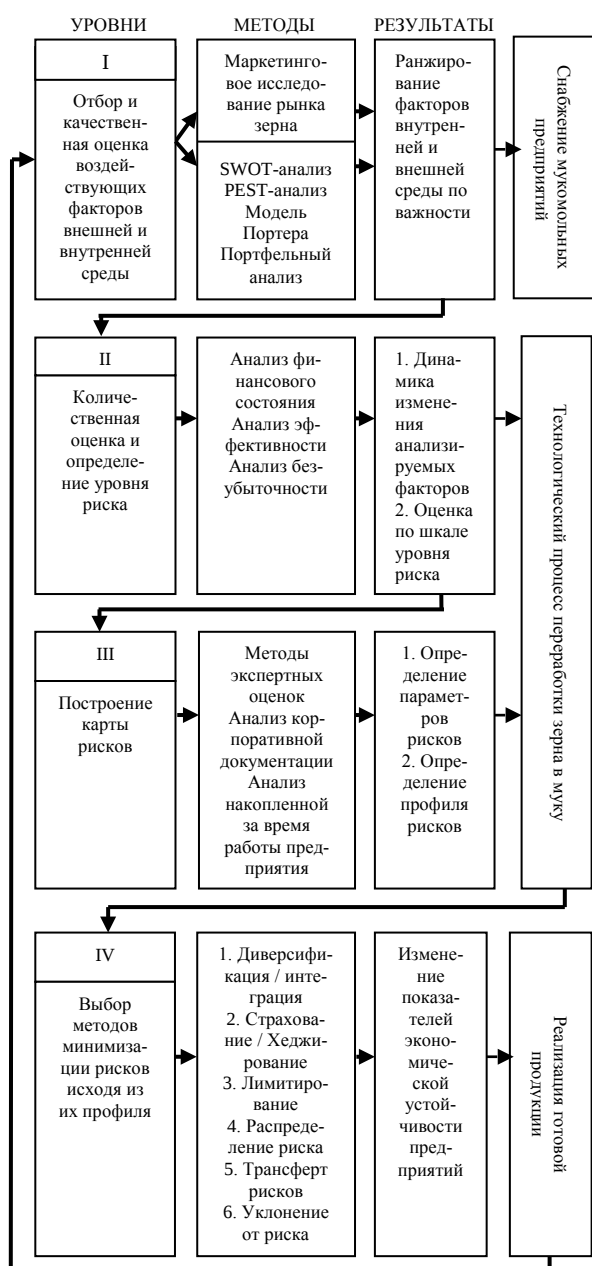


Рисунок 2 – Механизм управления рисками предприятий мукомольной промышленности

Выделим основные преимущества предлагаемого механизма управления рисками:

- механизм охватывает все этапы управления рисками;

- при отборе и оценке учитываются как внутренние, так и внешние факторы деятельности предприятия, а также отраслевые особенности мукомольного предприятия;

- выходная информация предыдущего уровня управления становится входной информацией для последующего, таким образом, обеспечивается взаимосвязь уровней управления рисками;

- существует возможность обработки качественной информации и преобразования ее в количественные оценки, что особенно важно на первом уровне управления риском, когда перед лицом, принимающим решение, стоит сложная неструктурированная задача выявления факторов среды, оказывающих негативное воздействие на повышение рисков деятельности мукомольного предприятия;

- в зависимости от целей управления рисками процесс оценки может останавливаться на любом из уровней алгоритма управления, при этом даже первый (традиционно качественный) уровень позволяет проранжировать факторы внешней и внутренней среды по степени их влияния на деятельность мукомольного предприятия.

Таким образом, разработанный механизм управления рисками с учетом особенностей отраслевых предприятий должен стать основой управления рисками на макро- и микроуровнях.

Управление рисками должно основываться на применении решений, необходимых в конкретный момент времени, а поэтому целесообразно учитывать не только данные, имеющие вероятностные характеристики, но и данные, имеющие потенциальную возможность к изменению, поскольку факторы, не имеющие статистической природы, но обладающие достаточно большим весом при принятии решений, будут исключены из рассмотрения, что приведет к искажению влияния рисков на разработанную финансовую стратегию предприятия.

Внутренняя среда определяет общее отношение предприятия к рискам, является основой для всех других компонентов системы управления рисками, включает философию риск-менеджмента, аппетит на риски, контроль со стороны органов управления, этические ценности, компетенцию и ответствен-

ность работников, структуру предприятия, ее возможности, определяемые человеческими, финансовыми и прочими ресурсами.

Взаимоотношения предприятий с внешней средой (контрагентами, социальными, регуляторными, другими государственными и финансовыми органами) находят свое отражение во внутренней среде и влияют на ее формирование. Внешняя среда предприятия является сложной по своей структуре и включает различные отрасли, взаимосвязанные между собой, и создает условия для возникновения системных рисков.

Внутренняя среда должна поддерживать следующие принципы деятельности предприятия:

- идентификация и рассмотрение всех форм рисков при принятии решений и поддержка комплексного видения рисков руководством предприятия;

- создание и оценка на уровне предприятия такого профиля рисков, который наилучшим образом отвечает целям компании;

- поддержка ощущения ответственности за риски и управление рисками на соответствующих уровнях иерархии управления;

- отслеживание соответствия внутренней политике и процедурам организации;

- своевременная информация о значимых (критических) рисках и недостатках системы управления рисками.

Исходя из вышесказанного, деятельность мукомольных предприятий должна быть направлена на создание внутренней среды, которая повышает понимание рисков работниками и повышает их ответственность за управление ими.

ЛИТЕРАТУРА

1 Авдийский, А.В. Неопределенность, изменчивость и противоречивость в задачах анализа рисков поведения экономических систем [Текст] / А.В. Авдийский, В.М. Безденежных // Эффективное антикризисное управление. - 2011. - № 3.

2 Алтухов, А.И. Зерновой потенциал России [Текст] / А.И. Алтухов // Сельская жизнь. - 2010. - № 78.

3 Богомолова, И.П. Механизм управления рисками предприятий мукомольно-крупяной промышленности: принципы, функции, инструменты [Текст]: монография / И.П. Богомолова, М.В. Пигунова, М.А. Колесов. – Воронеж: ЦНТИ, 2012. – 209 с.

4 Буянов, В.П. Управление рисками (рискология) [Текст] / В. П. Буянов. — М.: Экзамен, 2002. – 383 с.

5 Капистина, Н.В. Принципы исследования систем управления рисками [Текст] / Н.В. Капистина, Ю. В. Кузнецов // Вестник МГТУ. - 2010. - Т.13. - № 1.

6 Левченко, В.Н. Этапы анализа рисков [Электронный ресурс] / В.Н. Левченко. – Режим доступа: <http://www.cfin.ru/finanalysis/risk/stages.shtml>. – Загл. с экрана.

REFERENCES

1 Avdiysky, A.V. Uncertainty, variability and discrepancy in problems of risk analysis of behavior of economic systems [Text] / A.V. Avdiysky, V.M. Bezdenezhnykh // Effective crisis management. - 2011. - № 3.

2 Altukhov, A. I. Grain capacity of Russia [Text] / A.I. Altukhov // Rural life. - 2010. - № 78.

3 Bogomolova, I.P. Mechanism of risk management of the enterprises flour mill industries: principles, functions, tools [Text]: monograph / I.P. Bogomolov, M.V. Pigunova, M.A. Kolesov. – Voronezh: TsNTI, 2012. – 209 p.

4 Buyanov, V.P. Risk management [Text] / V.P. Buyanov. – M.: Examination, 2002. – 383 p.

5 Kapistina, N.V. Principles of research of control systems of risks [Text] / N.V. Kapistin, Y.V. Kuznetsov // Bulletin of MSTU. - 2010. - V. 13. - № 1.

6 Levchenko, V.N. Stages of analysis of risks [Electronic resource] / V. N. Levchenko. – Access mode: <http://www.cfin.ru/finanalysis/risk/stages.shtml>. – Title screen.

УДК 665.55.001

Профессор Ю.А. Саликов, доцент А.А. Зенин,
соискатель А.С. Барзенкова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления, организации производства
и отраслевой экономики, тел. (473) 255-27-10

профессор А.М. Букреев

(Департамент экономического развития Воронежской области)

Механизм формирования и реализации кластерной политики промышленных предприятий и отраслей

В статье на основе анализа научных и практических предпосылок предложена концепция управленческого механизма формирования и реализации кластерной политики промышленного предприятия, а также рассмотрены условия реализации и функционирования данного механизма

In article on the basis of analysis of scientific and practical prerequisites proposed the concept of managerial mechanism of formation and implementation of cluster policy of industrial enterprises, and also reviewed the conditions for the realization and functioning of this mechanism

Ключевые слова: промышленный кластер, кластерные инициатива, кластерная политика, механизм формирования и реализации кластерной политики, двухуровневый интегратор формирования кластера

В настоящее время стремление к повышению конкурентоспособности хозяйствующих субъектов посредством формирования и реализации соответствующих кластерных инициатив всё более отчётливо проявляется в законодательных актах и стратегических разработках. На федеральном и региональном уровнях созданы различные нормативные акты, изложены принципы и направления осуществления кластерной политики, во многом сформированы отраслевые направления масштабной кластеризации. Анализ сложившегося состояния данной сферы как в теоретическом, так и в практическом аспектах даёт основание сделать соответствующий вывод об активно формирующейся на территории РФ парадигмы кластерного управления.

Однако, несмотря на масштабность и интенсивность процесса региональной кластеризации в силу его новизны и сложности до настоящего времени ключевые направления, механизмы и инструменты управления кластерными образованиями не получили необходимого научного обоснования, что является существенной сдерживающей преградой на пути процесса масштабной кластеризации.

Как правило, инструментарий управления данным процессом реализуется в зависимости

от видения руководства компаний и органов исполнительной власти в отсутствии аргументированных и объективных критериев без выстраивания системы взаимоотношений между объектами кластеризации, идентификации кластерных инициатив, использования необходимых экономических и административных методов воздействия. В связи с этим формирование стандартного (базового) механизма управления функционированием и развитием кластерных организаций, несомненно, вызывает большой интерес как с теоретической, так с практической точек зрения.

В понимании целого ряда отечественных и зарубежных авторов, эффективный механизм должен иметь чётко сформированные цели функционирования, детально идентифицированные объекты, подлежащие воздействию, инструменты воздействия, критерии эффективности работы, жёстко фиксированные входные элементы, процесс преобразования, выходные параметры (готовый продукт), обратную связь для обеспечения постоянной деятельности и, таким образом, основываться на системном подходе. При этом важно понимать целостную картину функционирования кластера на макро-, мезо- и микроуровне (уровнях надсистемы, системы и подсистемы).

Существенным аспектом формирования механизма является учёт мировой и отечественной практики реализации процессов становления и функционирования кластеров. В частности, несомненный интерес вызывает известная в литературе модель оценки и анализа эффективности кластерных инициатив, основанная на 4 компонентах: социальное, политическое и экономическое окружение, цели, особенности процесса создания и развития кластерной инициативы, эффективность инициативы. Кроме того, механизм реализации кластерной политики обязан учитывать динамику кластера по аналогии с жизненным циклом организации и ориентированную на стратегическое развитие. Особая роль в механизме должна отводиться контрактору кластерных отношений и поддержки государством субконтрактных отношений.

Формирование такого механизма должно осуществляться, на наш взгляд, с помощью следующих принципов:

- научной обоснованности (формирование механизма базируется на научно достоверных концепциях, теориях и подходах);
- системности (механизм представляет собой сложную систему взаимосвязанных структурных элементов);
- направленности на достижение целей (реализация механизма должна четко предполагать достижение поставленных целей);
- экономической целесообразности (важнейшим критерием работы механизма должен быть уровень рентабельности заинтересованных субъектов);
- инновационности (взаимодействие в рамках механизма должно стимулировать создание и распространение инноваций).

На основании выявленных тенденций, принципов и подходов нами методом агрегирования информации сформулирована базовая концепция управленческого механизма по формированию и реализации кластерной политики, суть которого представлена на рисунке 1.

Управленческий механизм процесса кластеризации должен включать совокупность целевых установок, которые достигаются посредством определённых действий и обуславливают стремление к заданному результату. Исходя из функциональной направленности процесса кластеризации, считаем обоснованным и рациональным выделить трех основных подсистем в

системе управленческого механизма: подсистему менеджмента формирования (проектирования) кластера; подсистему менеджмента функционирования кластера; подсистему контроллинга функционирования кластера.

Очевидно, что наиболее сложным и объёмным объектом является первая функциональная подсистема, связанная с формированием кластера. Как показывает практический опыт, в настоящее время реализация данного этапа осуществляется принципиально по двум направлениям. Первое заключается в рассмотрении кластера с позиций либеральной политики как рыночного организма, роль государства в деятельности которого минимальна, не предполагает прямого государственного вмешательства и сводится к устранению препятствий для его естественного развития. Второе направление формирования кластера заключается в активном создании на начальном этапе ядра кластера – градообразующего предприятия с высоким уровнем производственных и экономических показателей.

По нашему мнению, в современных условиях функционирования данные направления проектирования и внедрения процессов кластеризации в отрасли несколько ограничены и не вполне оправданы. Рыночный механизм формируется на основании конкуренции, захвата рыночной доли, наличия или обеспечения необходимыми ресурсами. Формирование же самого кластера предполагает привлечение малых и инновационно активных предприятий в целях получения синергетического эффекта от их взаимных действий. В создании кластера на основе ядра неэффективно с точки зрения самого градообразующего предприятия, так как его цели редко сопряжены с целями других участников-организаций. Как правило, ядро заинтересовано в собственном росте и развитии за счет кластера (а не кластера за счет своего потенциала и ресурсов).

В связи с вышеизложенным считаем целесообразным на первоначальном этапе реализации кластерной политики использовать двухуровневый интегратор формирования кластера. Первый уровень – это организация, функции которой должны заключаться в развитии кластерной политики, координации деятельности, отборе перспективных проектов, отборе и консолидации организаций в кластер, предоставлению преимуществ таким фирмам.

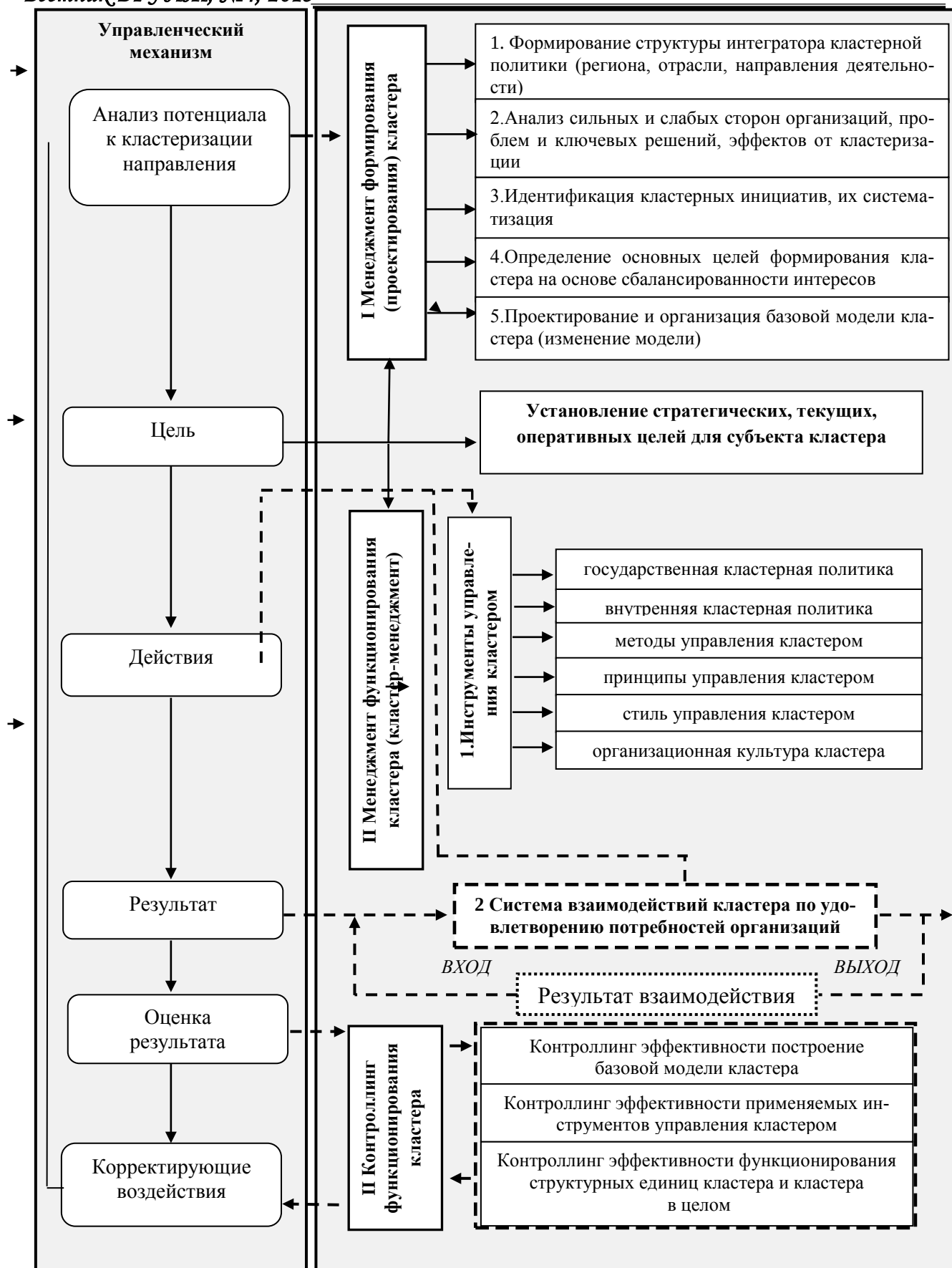


Рисунок 1 - Управленческий механизм формирования и реализации кластерной политики

Такая организация приоритетно должна быть государственной структурой, призванной гармонизировать политику правительства и региона, а также интересы стейкхолдеров, при этом приоритет должен быть отдан дирижистской политике. Примером или прообразом данной организации в Воронежской области является БУ ВО «Центр кластерного развития» (аналогичные центры образованы и в других регионах).

Второй уровень – это так называемые центры поддержки деятельности кластеров. К данным центрам относятся организации, которые смогут обеспечить единство среды кластера, условий функционирования, оперативного обмена ресурсами и информацией, а также единство предоставляемых льгот, процедур коммерциализации инновационных проектов.

На основании анализа опыта отечественной и зарубежной инноватики можно заключить, что наиболее распространёнными на сегодняшний день центрами поддержки являются бизнес-инкубаторы и технопарки. Бизнес-инкубаторы признаны в мире одним из наиболее результативных элементов поддержки предпринимательства. Они представляют собой специализированные институты рыночной инфраструктуры, созданные в целях поддержки малых предприятий путём обеспечения максимально благоприятных («тепличных») условий для их развития в течение определённого периода – «инкубирования». В мировой практике бизнес-инкубаторы показали себя как эффективное средство развития малых предприятий: они ускоряют развитие малых предприятий в 7-22 раза, снижая количество неудач в бизнесе до 20 % [2].

Первый уровень интегратора должен быть ориентирован на формирование и реализацию кластерной политики, второй – на обеспечение целей деятельности кластера как единого механизма. По мнению авторов, вопрос о том, что будет это одна организация, включающая в себя два уровня, или две, не является принципиальным. Главным критерием первоначальной эффективности менеджмент-проектирования кластера является наличие двух уровней и их тесная взаимосвязь и взаимодействие. В Воронежской области данные элементы функционируют независимо друг от друга, не имея общих целей и задач, при этом подчиняясь разным профильным департаментам правительства области.

Схематично двухуровневый интегратор кластерного проектирования представлен на

рисунке 2, где промышленные предприятия и другие бизнес-структуры выступают в качестве участников кластера (УК).

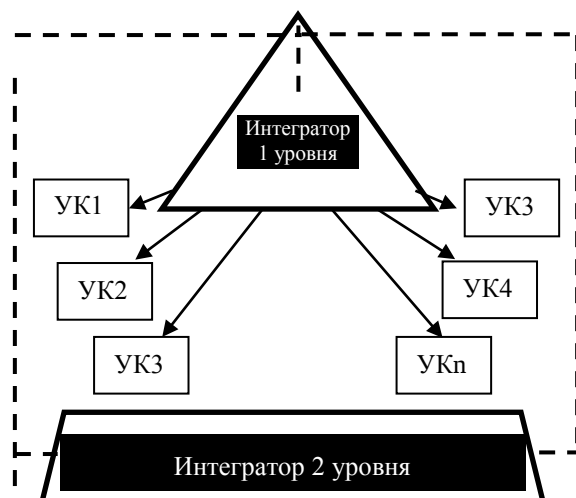


Рисунок 2 – Принципиальная схема функционирования двухуровневого интегратора

В свете рассматриваемой тематики одна из главных проблем промышленных отраслей заключается в актуальности её кластеризации, идентификации предприятий-участников кластера, организации взаимодействия с ними по вхождению в кластер и изменению принципов работы. Для реализации данной задачи считаем целесообразным выявить кластерные инициативы организаций, заинтересованных в совместной работе в рамках кластера. На основании приоритетных для данного кластера инициатив возможно определить «необходимых» потенциальных участников агломерации.

В литературе, как правило, под кластерной инициативой понимают совместный проект, портфель проектов или программу действий различных стейкхолдеров (физических лиц, инициативных групп и организаций) по созданию или развитию кластера, функционирующего в рамках отраслевой или межотраслевой цепочки ценностей. На основе идентификации кластерных инициатив формируется проект кластера, перечень его участников, проектируются и формируются организационные связи, осуществляется переход к установлению конкретных целевых ориентиров для каждого субъекта с учетом потенциального баланса интересов всех стейкхолдеров. При этом немаловажным, а по сути, стратегическим аспектом является формирование основных целей деятельности кластера.

Авторами проанализирован перечень встречающихся в научной литературе инициа-

тив, на основе которых были сформированы эффективные кластеры, а также сформирован стандартный перечень кластерных инициатив, позволяющих интегрировать потенциальных участников в кластер. Перечень инициатив и их содержание представлен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1
Перечень инициатив

№	Наименование кластерной инициативы
1	Повышение уровня специализации организации за счет более эффективного взаимодействия с макросредой
2	Укрупнение горизонтальных связей предприятия
3	Развитие инноваций и новых технологий, сокращение длительности инновационного цикла
4	Доступ к новым знаниям, проектам, к специализированной инфраструктуре
5	Снижение транзакционных издержек
6	Возможность получения льгот и преференций
7	Привлечение инвестиционного капитала
8	Повышение конкурентоспособности
9	Повышение кооперации и как следствие снижение производственных затрат
10	Повышения качества производимых товаров, изменение номенклатуры товаров по требованиям потребителей

На основании сформированных целей и инициатив можно определить потенциальный круг участников кластера и ориентированный на достижение определенного положительного баланс интересов, а также построить базовую модель, включающую совокупность участвующих в кластере организаций, их связи и взаимоотношения, структуру бизнес-процессов в рамках единого технологического цикла, и, как следствие, достижение определённых результативных показателей. Считаем, что данная модель должна подлежать перманентной корректировке в зависимости от целевых ориентиров. При этом справедливым также является учет стадий жизненного цикла кластера при корректировке базовой модели как по участникам, так и по организационным связям.

В соответствии с известной концепцией О. Солвелла менеджерам при функционировании кластера необходимо учитывать следующие стадии его жизненного цикла:

1. Предпринимательская стадия или стадия зарождения. К основным характеристикам данной стадии, на наш взгляд, следует отнести активность интегратора кластера, проявление предпринимательских инициатив, наличие (формирование) инновационных проектов и

идей, меры государственной поддержки. Ключевой потребностью на данной стадии является, по нашему мнению, ресурсообеспечение.

2. Стадия роста и становления. На этой стадии главным приоритетом в деятельности кластера является формирование и эффективная реализация проектов и программ.

3. Этап развития кластера. На этой стадии кластер следует охарактеризовать как устойчивый эффективно работающий механизм по реализации отобранных проектов в соответствии с заданными критериями результативности. В данной фазе следует получить максимум эффективности от сформированных структур и работающих идей. При наличии проблемных зон требуется внести коррективы в базовую модель кластера с целью оптимизации. По мнению специалистов, на данном этапе необходимо уделить значительное время стандартизации деятельности, регламентации бизнес-процессов, унификации требований.

4. Стадия спада. На данной стадии кластер фактически исчерпывает свой потенциал сопряжения интересов для всех участников, что приводит к его распаду или реорганизации путем изменения кластерных инициатив, целевых установок и соответственно базовой модели.

Менеджмент функционирования кластера (как вторая подсистема предложенного механизма) представляет собой фактически оперативное управление деятельностью кластера. При этом должны эффективно и комплексно применяться инструменты менеджмента, а также осуществляться постоянный контроль системы организационных взаимодействий в кластере.

Подсистема контроллинга функционирования кластера являются фактически неотъемлемым атрибутом оперативного управления деятельностью кластера и, соответственно, обеспечения целей и задач кластерной политики с помощью необходимого управленческого инструментария. Инструменты менеджмента, таким образом, призваны способствовать более эффективному выполнению различных функций менеджмента, в том числе осуществлению постоянного контроля системы организационных взаимодействий в кластере.

Принимая во внимание результаты ранее выполненных научных изысканий [3], а также особенности процесса региональной кластеризации, выявленные в ходе мониторинга его научных предпосылок и практических тенденций, к основным инструментам управленческого воздействия на организационную систему кластера следует отнести:

- промышленную политику организаций и государственную политику по поддержке функционирования кластера;

- методы управления кластером, в том числе административные, экономические, социально-психологические;

- принципы управления кластером, ориентированные на достижение поставленных целей и задач;

- стиль управления, преимущественно ориентированный на развитие и активизацию горизонтальных связей кластерной системы;

- организационную культуру как совокупность и генерацию субкультур входящих в кластер организаций.

Данные инструменты, базируясь на принципах научной обоснованности и практической необходимости, должны использоваться в кластере в приоритетном порядке и подвергаться необходимым корректировкам, дополнениям или изменениям в зависимости от динамики требований внутренней и внешней среды.

Процессным механизмом функционирования кластера, по мнению авторов, является сопряжение интересов участников в ходе реализации взаимодействий (отношений). Эффективное преобразование входных данных (потребностей организаций, проявляющихся в виде конкретных оформленных интересов) в выходные результаты (в общем виде их можно сформулировать как баланс интересов и уровень удовлетворения потребностей, проявляющихся в виде конкретных индикаторов) позволяет судить о целостности кластера, стадии его жизненного цикла, достижении совместных целей деятельности. Управление данным процессом является одним из значимых направлений кластер-менеджмента.

При этом кластер-менеджмент должен включать в себя целостную объективную систему контроллинга реализации кластер-процессов, основанную на конкретных количественных и качественных показателях. Необходимость комплексного анализа обусловлена применением оперативных корректирующих воздействий на проблемные зоны деятельности кластера, корректировки отклонения от целей и целевых индикаторов.

Подводя итоги вышеизложенному, необходимо отметить, что, предложенная концепция управленческого механизма формирования и реализации кластерной политики

промышленного предприятия носит базовый характер и представляет собой набор преимущественно стандартных составляющих процесса создания и функционирования кластерных образований. Правильно сформированный механизм управления кластерной политикой позволяет системно подойти к процедурам определения потребностей в кластеризации, проектирования элементов кластера и формирования его на основе паритета интересов и общих целевых установок, ориентированных на повышение конкурентоспособности и перспективное инновационное развитие промышленных предприятий, отраслей и регионов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Афонина А.Г. Роль правительства в процессе кластеризации экономики [Текст] / А.Г. Афонина // Журнал «Перспективы науки». - 2011. - №1(16). - С. 104-107.

2 Саликов, Ю.А. Стратегические цели развития региональных бизнес-инкубаторов [Текст] / Ю.А. Саликов, А.С. Барзенкова, К.И. Фаустова // Материалы международной научно-практической конференции КГУ «Экономика и управление: прошлое, настоящее и приоритеты развития в будущем», Курск. - 2012. - Вып. 3. - С. 246-251.

3 Саликов, Ю.А. Системно-функциональные факторы развития современного менеджмента и его инструментария / [Текст]: монография / Ю.А. Саликов. - Воронеж: Научная книга, 2008 - 324 с.

REFERENCES

1 Afonina, A.G. Role of government in the economy clustering [Text] / A.G. Afonina // Journal "Perspectives of science". - 2011. - № 1(16). - P. 104-107.

2 Salikov, Y.A. Strategic goals of regional business incubators [Text] / Y.A. Salikov, A.S. Barzenkova, K.I. Faustova // Materials of the international scientific-practical conference KSU "Economy and Management: Past, Present and development priorities in the future", Kursk. - 2012. - № 3. - P. 246-251.

3 Salikov, Y.A. Systemic-functional factors in the development of modern management and its tools / [Text]: monograph / Y.A. Salikov. - Voronezh: Nauchnaya kniga, 2008. - 324 p.

УДК 338.2 (021); 65.050

Профессор И.М. Подмолодина, профессор В.П. Воронин

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра теории экономики, товароведения и торговли, тел. (473) 255-63-17)

доцент Е.М. Коновалова

(Воронеж. филиал Российского гос. торгово-экономического университета) кафедра бухгалтерского учета, анализа и аудита, тел. (473) 2397234*228)

Инновационные слагаемые экономического роста: страновой аспект

В статье анализируются проблемы и возможности инновационного развития российской экономики. Выделены основные слагаемые экономического роста, представленные совокупностью составляющих инновационного потенциала страны, обоснованы приоритеты государственной инновационной стратегии, выделены отрасли, в которых проведена модернизация.

In article problems and possibilities of innovative development of the Russian economy are analyzed. The main components of economic growth presented a set of components of the innovation potential of the country are allocated. Priorities of the state innovative strategy are proved. Branches in which modernization is carried out are allocated.

Ключевые слова: экономический рост, инновационный потенциал, инновационная стратегия, модернизация отраслей хозяйства

Одна из важнейших задач в современной экономике связана с обеспечением устойчивых темпов экономического роста.

Экономический рост, отражая количественное приращение созданной продукции, облегчает решение проблем ограниченности ресурсов, позволяет обществу более полно реализовать поставленные экономические цели и осуществлять масштабные программы. Экономический рост обеспечивает возможность повышения благосостояния граждан и способствует решению социально-экономических проблем [6].

Достигнутый экономический рост в России обеспечивался факторами временного характера: повышением ценовой конкурентоспособности российской продукции на основе девальвации рубля и благоприятными условиями международной торговли, прежде всего, энергоносителями [2].

Однако при каждом случае ухудшения конъюнктуры мирового энергетического рынка наша страна оказывалась крайне уязвимой.

Поэтому перед российским государством стоит задача определить и обеспечить долгосрочное действие новых факторов экономического роста.

Факторы экономического роста включают факторы роста производительности труда и факторы роста производительности капитала.

К факторам роста производительности труда относятся численность населения, уровень образования, квалификация рабочей силы и т.п.

К факторам роста производительности капитала относятся уровень технической вооруженности, производственные приоритеты, сроки амортизации и т.д.

Вышеперечисленные факторы обеспечивают интенсивный экономический рост, который носит качественный характер и является основой дальнейшего успешного роста национальной экономики. Он предполагает высокий уровень развития техники, технологии и высокий образовательный уровень населения [6].

На современном этапе развития интеллектуальный потенциал любой страны выступает в качестве локомотива экономического роста. В России недооценка государственной властью интеллектуального потенциала и его невостребованность предпринимательскими структурами привели к усилению технологического и экономического отставания не только от развитых, но и ряда развивающихся стран [4].

Упущенная выгода России от инновационного отставания по оценкам «Интерфакс – ЦЭА» составляет 1,2 млрд. долл. в год. Если в развитых странах мира 75-90 % прироста ВВП обеспечиваются за счет роста инновационного сектора, то в России данный показатель нахо-

дится на уровне 10 %, что негативно сказывается на общей эффективности экономики.

К проблемам российской экономики, тормозящим экономический рост страны, также относятся:

- сырьевая направленность развития, которая ведет к утере значимости страны в мировой экономике. Россия имеет нерациональную структуру экспорта, в которой удельный вес топлива и сырья составляет 85 % в общем объеме, что характеризует ее как сырьевой придаток мировой экономики. Однако к 2020 году доля топлива и сырья в мировом экспорте сократится и прогнозируется на уровне менее 10 %. Это приведет к обострению конкуренции с другими добывающими странами, у которых условия добычи полезных ископаемых намного более благоприятны.

- падение конкурентоспособности российской экономики. Если в 2001 г Россия находилась на 58-м месте в мировом рейтинге конкурентоспособности, то в 2011 г. – на 66-м. За 10 лет российская экономика потеряла 10 пунктов в рейтинге, что свидетельствует о процессах стагнации в отраслях хозяйства страны.

- дефицит предпринимателей - грамотных управленцев, способных реализовывать инновационные проекты развития экономики. К сожалению, до сих пор основными инвесторами российских научных разработок являются зарубежные компании и транснациональные корпорации (ТНК), которые скупают по низким ценам российские патентные разработки и с хорошей выгодой для себя внедряют их в своих странах [5].

- технологическая отсталость создает «извращенный» спрос на инновации. При создании новых продуктов и технологий необходимы разработки, которые актуальны не только для России, но и для всего мира. Этот путь прошли Китай и Индия. В России спрос на инновации есть, однако отечественные производители предпочитают покупать апробированные на Западе технологии, что не сопряжено с высокими рисками.

- истощение ресурсов, экологические проблемы приводят к нарастанию дисбаланса между ростом потребления и предложением электрической и тепловой энергии, а это усугубляется в использовании устаревших неэффективных и неэкологических технологий сжигания углеводородного сырья при низком КПД.

На основе теоретических исследований нами выделена совокупность слагаемых экономического роста.

В первую очередь, мы выделяем потенциал экономического роста.

- 1) Открытие в стране исследовательских центров иностранных корпораций. Многие российские инновационные решения уже сейчас широко используются в мире, причем не только на уровне технологических разработок, но и в виде конечного продукта.

- 2) Наличие множества идей и теорий, однако их реализация остается проблемой. Малое количество их внедрения связано с отсутствием навыков инновационной деятельности у менеджеров предприятий и вывода инновационной продукции на рынок.

- 3) Реальный потенциал прикладной науки сохранен только в НИИ естественных монополий. Нередко сотрудники академических институтов параллельно работают в коммерческих структурах, где занимаются успешными прикладными исследованиями.

- 4) Потенциалом России в части инновационного развития является сила научной школы и особенности российского ума, что способствует определению глобальных задач.

- 5) Вступление России в ВТО может способствовать развитию инноваций. При этом внутренний спрос на российские инновации будут создавать лидеры отраслей.

- 6) Кризисы в российской экономике неизбежны, после чего неминуемо последует реальный инновационный рост, как отклик на инновационный вызов.

Вторым слагаемым экономического роста является государственная стратегия, которая включает:

- 1) Переход на новую модель экономического роста. России необходимо переходить от догоняющего роста экономики Запада к опережающему росту. Ориентация на инновационное развитие за счет покупки технологий за рубежом не принесет ожидаемых результатов, поскольку российским предпринимателям продают, как правило, устаревающие технологии, тем самым закрепляя технологическое отставание страны на мировом рынке [1].

- 2) Приток инвестиций, обеспечивающий инновационный рост. По предварительным оценкам Центра развития, для успешного функционирования российской экономики необходимо увеличить инвестиции в основной капитал до 28 - 30 % ВВП. В настоящий момент они составляют 18 % ВВП. В свою очередь, развитие инновационного сектора способно реально повысить инвестиционную при-

влекательность российской экономики в глазах иностранных инвесторов [2].

3) Создание связей между предприятиями инновационного сектора. Формирование национальной инновационной системы, в рамках которой происходило бы создание инновационных продуктов от стадии идей до стадии реального воплощения, позволяет установить связи предприятий инновационного технологического сектора на новом уровне, в том числе с участием иностранных инвесторов.

Инновационная система, по нашему мнению, представляет совокупность элементов, объединенных в следующие подсистемы:

1) подсистема научно-технических знаний, представленная совокупностью научных организаций и вузов, осуществляющих производство новых знаний;

2) подсистема использования и применения научно-технических знаний (сфера инновационной деятельности);

3) подсистема распространения инноваций и их поддержки, включающая государственную поддержку инновационной деятельности, инновационную инфраструктуру, подготовку и переподготовку кадров для инновационной деятельности [3].

Определение приоритетов государственного финансирования научных разработок.

В настоящее время наука находится в отрыве от производства. Она сосредоточена в научных организациях (вузах, НИИ), которые занимаются, как правило, фундаментальными исследованиями. Анализ опыта зарубежных стран (США, Японии) позволяет сделать выводы, что государство финансирует фундаментальную науку. Прикладная наука концентрируется в рамках транснациональных корпораций (ТНК), которые имеют в качестве структурных подразделений НИИ, осуществляющие разработки в интересах компании. Это позволяет исключить этап коммерциализации результатов прикладных научных исследований и сократить временной лаг их внедрения в серийное производство. Российские ТНК представляют топливно-энергетический комплекс и не являются локомотивом наукоемких отраслей. Таким образом, государство должно финансировать не только фундаментальную науку, но и прикладные разработки ученых, которые можно в российских условиях довести до конечного использования.

Проведение модернизации - исходная база для инноваций. Внедрение достижений

научно-технического прогресса требует современной материально-технической базы. На отсталом оборудовании невозможно осуществлять инновационный прорыв. Поэтому для стимулирования спроса на инновации необходимы инвестиции в обновление оборудования. Снижение импорта базовых технологий может послужить стимулом для развития российских инноваций.

Появление новых технологий может задавать направления модернизации экономики. При обосновании стратегии инновационного развития вектор движения должен определяться не отсутствием спроса, а возникающим предложением, а с течением времени будет расти спрос на инновации, разработанные внутри нашей страны.

При определении приоритетов развития необходимо рассчитывать эффект синергии. В приоритетных направлениях развития инноваций необходимо формировать портфель связанных проектов и рассчитать синергетический эффект от их реализации. Данные соображения являются исходными предпосылками для развития инноваций во всех секторах экономики. При этом следует отметить важность оценки перспективности технологий двойного применения.

Третьим слагаемым экономического роста является модернизация отраслей экономики.

Лидером модернизации российской экономики является пищевая промышленность. В силу специфики рынка и приближенности ее к потребителю, высокой оборачиваемости капитала эта отрасль по степени модернизации оборудования обогнала все другие сферы хозяйства. Высокими темпами при поддержке государства привлекает новые (пока зарубежные) технологии на российский рынок строительная отрасль. Развиваясь, она порождает спрос на продукцию сопряженных и смежных отраслей (лесной, цементной, производства металлоконструкций, контрольно-измерительной аппаратуры). Оборонно-промышленный комплекс порождает повышающийся спрос на новые технологии и будет стимулировать инновации в машиностроении.

Особенностью российского пути инновационного развития может стать появление прорывных технологий в консервативных отраслях: нанобетоне, биотехнологии в добыче нефти, сжигании угольной пыли.

В настоящее время крупные иностранные корпорации осуществляют в России соб-

ственные НИОКРы, но при этом бизнес-центры находятся за рубежом. Россия становится интеллектуальным аутсорсингом для развитых стран. Спрос на российские инновации предъявляют США и страны Западной Европы. Крупнейшие корпорации этих стран активно создают в России свои исследовательские подразделения, которые образуют костяк российского инновационного сектора экономики. Однако если раньше иностранные компании переманивали специалистов к себе в страну, то в настоящее время предпочитают создавать научно-исследовательские подразделения внутри России.

Таким образом, обеспечение экономического роста России складывается из развития инновационного потенциал экономики страны, научно обоснованной государственной инновационной стратегии, эффективной модернизации отраслей экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1 Воронин, В.П. Теоретические основы экономического роста и конкурентоспособности России [Текст] / В.П. Воронин, И.М. Подмолодина // Вестник ВГТА. – 2005. – №10. – С. 171-178.

2 Подмолодина, И.М. Инвестиционная политика в целях экономического роста [Текст] / И.М. Подмолодина. - Воронеж: ВГУ, 2006. – 339 с.

3 Подмолодина, И.М. Инновационная среда: факторы и механизмы формирования [Текст] / И.М. Подмолодина, В.П.Воронин, Е.Ю. Куницын. – Воронеж: Воронежский ЦНТИ, 2011

4 Подмолодина, И.М. Факторы, определяющие реализацию модели инновационного развития России [Текст] / И.М. Подмолодина, В.П. Воронин, Е.Ю. Куницын // Вестник ВГТА. – 2011. – №4. – С. 10-13.

5 Подмолодина, И.М. Методический подход к оценке инновационной среды страны [Текст] / И.М. Подмолодина, Е.Ю. Куницын // Вопросы экономики и права. – 2011. – №7 – С. 134-141.

6 Станковская, И.К. Экономическая теория [Текст]: учебник / И.К. Станковская, И.А. Стрелец. – М.: Эксмо, 2010.

REFERENCES

1 Voronin, V.P. Theoretical foundations of economic growth and competitiveness of Russia [Text] / V.P. Voronin, I.M. Podmolodina // Bulletin of VSTA. - 2005. - № 10. - P. 171-178.

2 Podmolodina, I.M. Investment policy for economic growth [Text] / I.M. Podmolodina. - Voronezh: VSU, 2006. - 339 p.

3 Podmolodina IM Innovative environment : factors and mechanisms of formation of [Text] / IM Podmolodina , VPVoronin , EJ Kunitsyn . - Voronezh Voronezh CSTI , 2011 .

4 Podmolodina, I.M. Factors determining the implementation model of innovative development of Russia [Text] / I.M. Podmolodina, V.P. Voronin, E.Y. Kunitsyn // Bulletin of VSTA. - 2011. - № 4. - P. 10-13.

5 Podmolodina, I.M. Methodical approach to assessing innovation environment country us [Text] / I.M. Podmolodina, E.Y. Kunitsyn // Problems of Economics and Law. - 2011. - № 7. - P. 134-141.

6 Stankovskaya, I.K. Economic theory [Text]: a tutorial / I.K. Stankovskaya, I.A. Strelets. - M.: Eksmo, 2010.

Аспирант Н.М. Федорова
(ОАО Концерн «Созвездие»), тел. (473)52-12-59

Сущность и содержание инвестиционной политики в интегрированных научно-производственных комплексах

Рассмотрены сущность и содержание инвестиционной политики в интегрированных научно-производственных комплексах, точки зрения различных авторов к определению инвестиционной деятельности.

We consider the nature and content of the investment policy of integrated scientific and industrial complexes, the points of view of different authors to the definition of the investment.

Ключевые слова: инвестиционная деятельность, интегрированные комплексы, инвестиционная политика

Под интегрированной структурой понимаются «юридические лица, ведущие совместную деятельность, в которых одно лицо имеет возможность определять решения, принимаемые остальными лицами, либо, состоящих из одного юридического лица и его филиалов» [3].

Целесообразно использовать понятие интегрированная организационно-производственная структура, которая подчеркивает производственный характер организационной структуры интегрированного образования [7].

Таким образом, организационно-производственная структура представляет собой совокупность производственных систем самостоятельных предприятий и производственных подразделений, реализующих единый производственный процесс изготовления конкретных видов продукции [1].

Многие исследователи практики инвестиционного менеджмента и инновационного управления считают, что инновации и инвестиции являются взаимодополняющими категориями, имеющими схожие черты и точки сопереживания.

Инвестиционная деятельность – это процесс, включающий:

- 1) маркетинговые исследования рынка инвестиций;
- 2) вложение средств с целью сохранения и увеличения капитала;
- 3) получение прибыли [1].

По мнению П.Н. Завлина инвестиционная деятельность – практические действия по вложению капитала в различные сферы хозяйствования [3].

Инвестиционная деятельность – деятельность юридических и физических лиц, направленная на привлечение и увеличение средств для реализации инвестиционного процесса с целью получения эффекта в будущем [8].

Ю.П. Морозов считает, что инвестиционная деятельность – это вложение инвестиций и осуществление практических действий для получения прибыли или иного полезного эффекта [6].

Понятие инвестиций и инвестиционной деятельности появилось в отечественной литературе сравнительно недавно, однако, до сих пор остается вопрос их определения. Результаты показали, что данные по содержанию трактовки, которые отражают множественность подходов к пониманию их внутренней сущности и содержания и обусловлены эволюцией и спецификой становления экономического развития российской экономики.

В свое время Дж. Кейнс дал определение инвестиций, как «текущего прироста ценности капитального имущества в результате производственной деятельности данного периода». Позже Й. Шумпетер в своей работе «Нестабильность капитализма» выдвигает тезис, согласно которому потребность в крупных вложениях капитала возникает исключительно в результате появления нововведений.

По мнению автора, наиболее точное определение инвестиций, часто используемое в современной отечественной литературе, содержится в ФЗ РФ «Об инвестиционной деятельности в РФ, осуществляемой в форме капитальных вложений» от 25.02.99 № 39-ФЗ, который законодательно разграничил понятия капитальных вложений и инвестиций. Согласно ему инвестиции представляют собой де-

нежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в предпринимательскую или иную деятельность в целях получения прибыли и достижения иного полезного эффекта.

Всесторонний анализ литературных источников показал, что большинство ученых вкладывают одинаковое содержание в разные понятия. По мнению авторов, инвестирование следует рассматривать как более широкое понятие. Обоснованность данного утверждения определяется особенностями инвестиционного процесса инновационной деятельности, который:

1. Объединяет действия по изысканию, размещению, вложению, извлечению денежных и имущественных ресурсов.

2. Является платным источником создания, производства и реализации новшеств, что предъявляет требования к разработке гарантий обеспечения возврата вложенных средств.

3. Предусматривает участие инвестора в распределении доходов, получаемых от инновационной деятельности.

4. Обеспечивает сопровождение инновационной деятельности в течение всего жизненного цикла инноваций от зарождения идеи до его коммерциализации и получения прибыли.

5. Способствует воспроизводству капитала в форме прибыли и иного экономического дохода.

6. Обеспечивает формирование устойчивых экономических связей между инвесторами и производителями новшеств.

7. Выступает как сложный процесс, требующий глубокой проработки и тщательного анализа собственного ресурсного обеспечения и возможностей использования заемного и привлекательного капитала.

Следует отметить, что схожим моментом в понимании экономической природы инноваций и инвестиций является направленность на материальное воспроизводство. Единство экономического содержания инноваций и инвестиций проявляется и в целевой ориентации на получение прибыли или иного вида дохода.

Инвестиционная деятельность является результатом взаимодействия в совместных продуктивных действиях управленцев и персонала, ориентирующихся на запросы потребителей. Продуктивность взаимодействия определяется выдвижением на первый план не исполнительных, адаптивных, репродуктивных механизмов освоения деятельности, а ее

мотивационно-исследовательских компонентов, что приводит к актуализации собственного опыта работника, изменяя меру активной помощи руководителя, приводя работника к самоопределяемости результата деятельности, ориентирующейся на запросы потребителей.

Осваиваемая инвестиционная деятельность при таком типе взаимодействия приобретает продуктивный характер не только в силу более быстрого и успешного результата, но и силу того, что процесс из взаимопобуждаемого, в конечном счете, становится саморегулирующимся, вбирая в себя потенциал сотрудничества менеджера, работника и потребителя.

Сущность и содержание инвестиционной политики предприятия создает форму реализации инвестиционной стратегии в разрезе наиболее важных аспектов инвестиционной деятельности субъекта хозяйствования на отдельных этапах ее осуществления. В отличие от инвестиционной стратегии формирование инвестиционной политики является среднесрочным управленческим процессом, осуществляемым в рамках стратегических решений и текущих финансовых возможностей предприятия. Инвестиционная политика предприятия – это часть инвестиционной стратегии, обеспечивающая подготовку, оценку и реализацию наиболее эффективных инвестиционных проектов [3].

Процесс формирования инвестиционной политики предприятия осуществляется в разрезе этапов, представленных на рисунке 1.

Рассмотрим стадии данного процесса более подробно.

1. Анализ состояния реального инвестирования в предшествующем периоде. В процессе этого анализа оценивается уровень инвестиционной активности предприятия в предшествующем периоде и степень завершенности начатых ранее реальных инвестиционных проектов и программ.

На первой стадии анализа изучается динамика общего инвестирования капитала в прирост реальных активов, удельный вес реального инвестирования в общем объеме инвестиций предприятия в предплановом периоде. На второй стадии анализа рассматривается степень реализации отдельных инвестиционных проектов и программ, уровень освоения инвестиционных ресурсов, предусмотренных на эти цели, в разрезе объектов реального инвестирования. На третьей стадии анализа определяется уровень завершенности начатых ранее инвестиционных проектов и программ, уточняется необходимый объем инвестиционных ресурсов для полного их завершения.

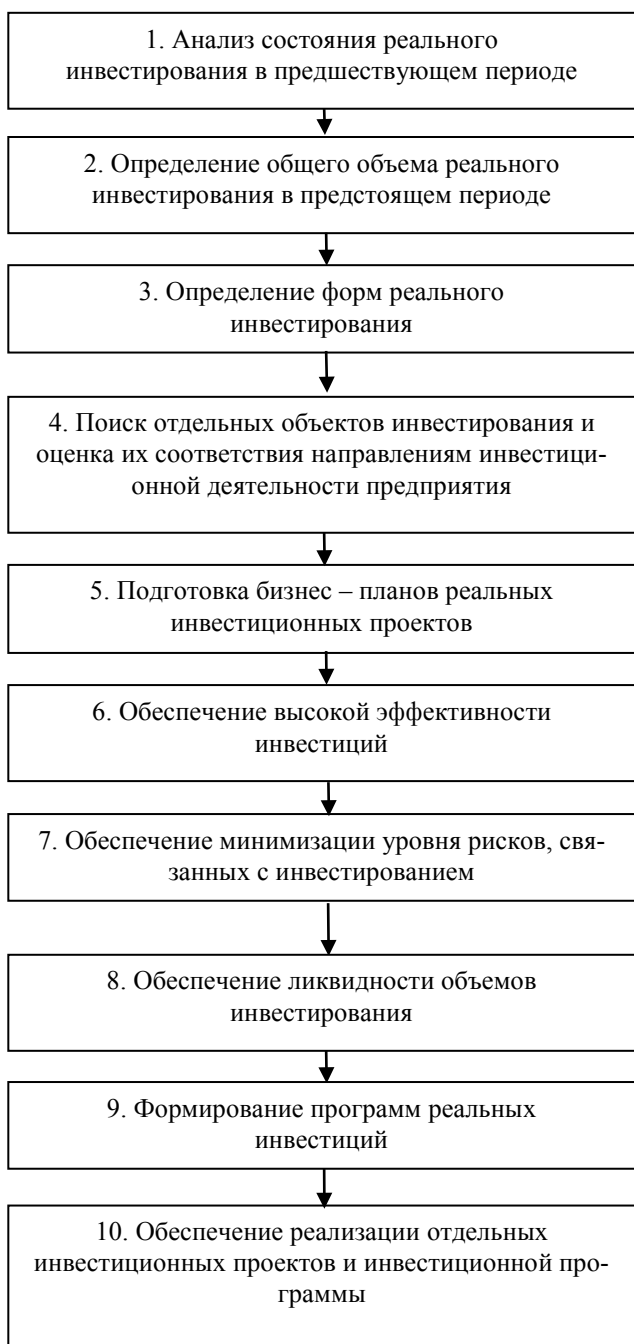


Рисунок 1 - Процесс управления инвестиционной политикой на предприятии

2. Определение общего объема реального инвестирования в предстоящем периоде. Основой определения этого показателя является планируемый объем прироста основных средств предприятия в разрезе отдельных их видов, также нематериальных и оборотных активов, обеспечивающих прирост объемов его производственно-коммерческой деятельности. Объем этого прироста уточняется с учетом динамики объема ранее неоконченного капитального строительства (незавершенных капитальных вложений).

3. Определение форм реального инвестирования. Эти формы определяются, исходя из конкретных направлений инвестиционной деятельности предприятия, обеспечивающих воспроизводство его основных средств и нематериальных активов, а также расширение объема собственных оборотных активов.

4. Поиск отдельных объектов инвестирования и оценка их соответствия направлениям инвестиционной деятельности предприятия. В процессе реализации этого направления инвестиционной политики изучается текущее предложение на инвестиционном рынке; отбираются для изучения отдельные реальные инвестиционные объекты, наиболее полно соответствующие направлениям инвестиционной деятельности предприятия (ее отраслевой и региональной диверсификации); рассматриваются возможности и условия приобретения отдельных активов (техники, технологий и т.п.) для обновления состава действующих их видов; проводится тщательная экспертиза отобранных объектов инвестирования.

5. Подготовка бизнес-планов реальных инвестиционных проектов. Все формы крупно объемных реальных инвестиций (кроме обновления отдельных видов машин и оборудования в связи с их износом) рассматриваются как реальные инвестиционные проекты. Подготовка таких инвестиционных проектов требует разработки их бизнес-планов в рамках самого предприятия. Для небольших реальных инвестиционных проектов допускается разработка краткого варианта бизнес-плана (с изложением только тех разделов, которые прямо определяют целесообразность их осуществления).

6. Обеспечение высокой эффективности инвестиций. Отобранные на предварительном этапе объекты инвестирования анализируются с позиции их экономической эффективности. При этом для каждого объекта инвестирования используется конкретная методика оценки эффективности. По результатам оценки проводится ранжирование отдельных инвестиционных проектов по критерию их эффективности (доходности). При прочих равных условиях отбираются для реализации те объекты реального инвестирования, которые обеспечивают наибольшую доходность.

7. Обеспечение минимизации уровня рисков, связанных с инвестированием. В процессе реализации этого направления инвестиционной политики должны быть в первую очередь идентифицированы и оценены риски, присущие каждому конкретному объекту ин-

вестирования. По результатам оценки проводится ранжирование отдельных объектов инвестирования по уровню их рисков, и отбираются для реализации те из них, которые при прочих равных условиях обеспечивают минимизацию инвестиционных рисков. Наряду с рисками отдельных объектов инвестирования оцениваются инвестиционные риски, связанные с реальным инвестированием в целом.

Это направление инвестиционной деятельности связано с отвлечением собственного капитала в больших размерах и, как правило, на длительный период, что может привести к снижению уровня платежеспособности предприятия по текущим обязательствам. Кроме того, финансирование отдельных инвестиционных проектов осуществляется часто за счет привлечения значительного объема заемного капитала, что может привести к снижению финансовой устойчивости предприятия в долгосрочном периоде. Поэтому в процессе формирования данной инвестиционной политики нельзя заранее прогнозировать, какое влияние инвестиционные риски окажут на доходность, платежеспособность и финансовую устойчивость предприятия.

8. Обеспечение ликвидности объектов инвестирования. Осуществляя реальное инвестирование, следует предусматривать, что в силу существенных изменений внешней инвестиционной среды, конъюнктуры инвестиционного рынка или стратегии развития предприятия в предстоящем периоде по отдельным объектам инвестирования может резко снизиться ожидаемая доходность, повыситься уровень рисков, снизиться значение других показателей инвестиционной привлекательности для предприятия. Это потребует принятия решения о своевременном выходе ряда объектов реального инвестирования из инвестиционной программы предприятия (путем их продаж) и реинвестирования капитала. С этой целью по каждому объекту инвестирования должна быть оценена степень ликвидности инвестиций. По результатам оценки проводится ранжирование отдельных инвестиционных проектов по критерию их ликвидности. При прочих равных условиях отбираются для реализации те из них, которые имеют наибольший потенциальный уровень ликвидности.

9. Формирование программы реальных инвестиций. Отобранные в процессе оценки эффективности реальные инвестиционные проекты подлежат дальнейшей рассмотрению с позиций уровня рисков их осуществления.

На основе такой всесторонней оценки с учетом планового объема инвестиционных ресурсов предприятие формирует свою инвестиционную программу на предстоящий период.

Если эта программа сформирована по определяющей приоритетной цели (повышение конкурентоспособности предприятия, максимизация доходности, минимизация инвестиционного риска и т.п.), то необходимости в дальнейшей оптимизации программы реальных инвестиций не возникает. Если же предусматривается сбалансированность отдельных целей, то портфель оптимизируется по различным целевым критериям для достижения их сбалансированности, после чего принимается к непосредственной реализации.

10. Обеспечение реализации отдельных инвестиционных проектов и инвестиционной программы. Основными документами, обеспечивающими реализацию каждого конкретного инвестиционного проекта, являются капитальный бюджет и календарный график реализации инвестиционного проекта.

Капитальный бюджет разрабатывается, обычно, на период до одного года и отражает все расходы и поступления средств, связанные с реализацией реального проекта.

Календарный график реализации инвестиционного проекта (программы) определяет базовые периоды времени выполнения (а соответственно и рисков невыполнения отдельных этапов работ) на конкретных представителях заказчика (предприятия) или подрядчика в соответствии с их функциональными обязанностями, изложенными в контракте на выполнение работ.

Реализации инвестиционной программы предприятия заключается в решении следующих задач:

- непосредственное осуществление мероприятий программы в соответствии с календарным графиком;
- финансовое управление и профессиональное сопровождение процесса реализации программы;
- контроль и анализ реального исполнения программы;
- оперативное внесение корректирующих изменений и воздействий по ходу реализации мероприятий программы;
- подготовка нового очередного варианта программы на следующий период.

Инвестиционная политика в интегрированных научно-производственных комплексах позволяет предприятию занимать лидирующие позиции и соответствующую прибыль. При

этом предприятие, осуществляющее инвестиционную деятельность, сталкивается со значительным риском, который детерминирован стохастическим характером.

Инвестиционная политика в интегрированных научно-производственных комплексах создает внутреннее ее содержание, выражающееся во взаимоотношениях и взаимосвязях элементов и многообразных свойств, различных форм и видов деятельности: научной, конструкторской, технологической, организационно-экономической и других видов.

Содержанием инвестиционной политики в интегрированных научно-производственных комплексах является единство и взаимосвязь всех составляющих ее элементов, компонентов, свойств, частей системы, внутренних процессов, тенденций, связей и противоречий инвестиционной политики в доведении научно-технических идей, разработок, изобретений, представляющий единый комплекс научных, финансовых мероприятий, который обеспечивает инвестиционную деятельность интегрированных научно-производственных комплексов.

Необходимыми условиями эффективности инвестиционной деятельности являются:

- реорганизация системы управления предприятием с учетом развития инновационных структур;
- увеличение скорости реакции предприятия на требования рынка;
- определение приоритетных направлений инновационной деятельности в соответствии с установками стратегического плана, причем ведущая роль в организации принадлежит высшему руководству;
- создание благоприятной обстановки, стимулирующей поиск и новшества, которые рассматривают как необходимый процесс.

Стимулирование сотрудников инновационных подразделений должно учитывать экономические особенности инвестиционного процесса (большой риск, длительный период запаздывания результата по отношению к затратам, крупное вознаграждение в случае успеха). Стимулирование может включать в себя долю в будущих прибылях, руководство соответствующим новым подразделением, возникшим в результате успешной инновации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Анисимов, Ю.П. Бизнес-планирование инноваций [Текст] / Ю.П. Анисимов. - Воронеж, 2008. - 16 с.
- 2 Самогородская, М.И. Управление инвестициями [Текст] / М.И. Самогородская. - Воронеж: ВГТУ, 2008. - 90 с.
- 3 Инновационный менеджмент [Текст]: справочное пособие / под ред. П.Н. Завлина. - 2008. - 560 с.
- 4 Инновационная экономика [Текст]: учебник / под ред. А.А. Дынкина. - 2009. - 294 с.
- 5 Эпоха инноваций: как заниматься бизнесом творчески постоянно, а не от случая к случаю [Текст] / под ред. Ф. Янсен. - М.: ЮНИТИ-М, 2010. - 307 с.
- 6 Морозов, Ю.П. Экономическая оценка эффективности инвестиций [Текст] / Ю.П. Морозов. -М.: ДИС, 2009. - 198 с.
- 7 Туровец, О.Г. Организация производства [Текст] / О.Г. Туровец. - Воронеж: ВГТУ, 2010. - 85 с.
- 8 Шумпетер, Й. Теория экономического развития (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры) [Текст] / Й. Шумпетер. - М.: Прогресс, 2008. - 563 с.

REFERENCES

- 1 Anisimov, Y.P. Business Planning innovation [Text] / Y.P. Anisimov. - Voronezh, 2008. - 16 p.
- 2 Samogorodsky, M.I. Investment management [Text] / M.I. Samogorodsky. - Voronezh: VSTU, 2008. - 90 p.
- 3 Innovation Management [Text]: a handbook / ed. P.N. Zavlin. - 2008. - 560.
- 4 Innovative Economy [Text]: a tutorial / ed. A.A. Dynkin. - 2009. - 294 p.
- 5 Period of innovation: how to do business creatively constantly, not sporadically [Text] / ed. F. Jansen. - M.: UNITY -M, 2010. - 307 p.
- 6 Morozov, Y.P. Economic evaluation of investment efficiency [Text] / Y.P. Morozov. -M.: DIS, 2009. - 198 p.
- 7 Turovets, O.G. Organization of production [Text] / O.G. Turovets. - Voronezh: VSTU, 2010. - 85 p.
- 8 Schumpeter, J. The Theory of Economic Development (Study of business profits, capital, credit, interest and cycle conditions) [Text] / J. Schumpeter. - M.: Progress, 2008. - 563 p.

Профессор Ю.В. Журавлев

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, тел. (473) 255-27-10

доцент Л.И. Балабанова, доцент И.В. Куксова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра туризма и гостиничного дела, тел. (473) 255-37-72

Механизм инновационного развития туристской инфраструктуры Воронежской области

В статье рассматривается механизм инновационного развития туристской инфраструктуры Воронежской области

This article discusses the mechanism of innovative development of the tourist infrastructure of the Voronezh region

Ключевые слова: инфраструктура, инновационное развитие, туризм

Туризм как досуговая деятельность существует много столетий. С незапамятных времен простое человеческое любопытство влекло людей в путешествия без какой-либо определенной цели. Сегодня туризм активно развивается, люди стали путешествовать осмысленно — в образовательных, религиозных, оздоровительных целях. Эффективным средством массовой востребованности и широкой доступности культурных и рекреационных ценностей стал культурный туризм. Повышение уровня жизни населения и расширение возможностей свободного передвижения по миру способствовали появлению миллионов новых путешественников. Туризм стал играть такую роль в жизни общества, что превратился в уникальную крупномасштабную мировую индустрию, а туристические ресурсы становятся важнейшей частью национального богатства многих стран.

В настоящее время туризм можно рассматривать также как один из факторов, обеспечивающих решение важнейшей социально-экономической проблемы повышения качества жизни населения. Как известно, качество жизни — это удовлетворение жизненно важных потребностей людей в здравоохранении, образовании, труде, отдыхе, культурном развитии, семейном благополучии, благоприятном социальном самочувствии, здоровой окружающей среде.

Сегодня туристической деятельности даются разные определения. Так, понятие «туризм» может обозначать временное перемещение людей с места своего постоянного

проживания в другую страну или местность, находящуюся в пределах своей страны, в свободное время с целью получения удовольствия и отдыха, а также в оздоровительных, гостевых, познавательных или профессиональных целях, но без занятия оплачиваемой работой в посещаемом месте. В то же время туризм рассматривают и как важнейшее средство удовлетворения человеческой потребности в разнообразии.

Современный туризм как отрасль экономики — это экономический комплекс в полной мере зависит от функционирования глобальных процессов и международных отношений. Туризм является важнейшим фактором экономического роста значительного числа развивающихся стран, т.к. является источником перераспределения валового национального продукта между странами, не сопровождающегося экспортом туристских услуг. Это связано с тем, что туристы не только вывозят фиксированную долю заработанных в других отраслях экономики денежных средств, но и осуществляют миграцию рабочей силы, т.е. создают новые рабочие места, трансформируя тем самым инфраструктуру рынка труда.

С точки зрения экономической сущности современный туризм:

- может быть структурирован как индустрия отдыха и развлечений;
- характеризуется в виде туристского продукта и туристских услуг, которые не подвергнуты явлению кумуляции (накоплению);
- формирует институциональную экономику по формированию рабочих мест и является ведущей отраслью по созданию и разви-

тию новых районов и прогрессивной отраслью трансформации национальной экономики;

- является эффективным механизмом перераспределения валового национального дохода для стран, которые занимают приоритетное положение в туристской сфере;

- создает эффект мультипликатора в увеличении валового национального дохода и роста занятости и развития региональной инфраструктуры, повышения качества жизни граждан;

- отличается высоким уровнем экономической и социальной эффективности при одновременной окупаемости инвестиций;

- является гарантом экологического менеджмента и базовой отраслью социальной инфраструктуры.

Современный этап развития туризма на конкурентной основе диктует необходимость ее постоянной модернизации путем внедрения комплексной системы инноваций и механизмов по ее совершенствованию. Для этого необходимо развивать эффективную маркетинговую информационную сеть предприятий и учреждений, образующих инфраструктуру туризма как в отдельно взятом регионе, так и в стране в целом.

На современном этапе сложились две тенденции перспективного развития туризма в РФ:

1. Повышение качества жизни населения способствует стремлению российских граждан как потребителей туристских услуг к развитию и совершенствованию инфраструктуры туризма. В настоящее время необходима унификация стандарта услуг и уровня цен на туристские услуги.

2. Въездной туризм – это перспективный источник валютного регулирования (возможных поступлений) поступлений. Снижение темпов роста въездного туризма является основанием для индустрии туризма, турфирм осуществить комплексный, системный анализ снижения интереса к нашей туриндустрии у жителей зарубежных стран.

Мы солидарны с мнением И.А. Морозовой в том, что инфраструктура включает в себя всю совокупность отношений и организаций по обслуживанию экономики и взаимоотношений между ее субъектами. Образуя комплексное взаимодействие сферы производства, обращения и потребления, инфраструктура играет роль каркаса в системе отдельных рынков, обеспечивая при этом ускорение оборота материальных, финансовых, трудовых и информационных потоков, и способствует эффективности (приобретению нового качества) всего общественного

развития. Мы солидарны, в частности, с тем, чтобы рассматривать инфраструктуру как механизм трансформации ресурсов в пригодные для потребления блага с целью обеспечения воспроизводства жизнедеятельности, которое включает в себя не только сохранение окружающей среды, воспроизводство ресурсов (прежде всего – человеческих), но и улучшение социальной составляющей, то есть факторов уровня и качества жизни населения [1].

На территории Воронежской области действует 6 туроператоров международного и внутреннего туризма, сведения о которых содержатся в Едином федеральном реестре туроператоров.

По данным территориального органа федеральной службы государственной статистики (ф. №1-турфирма) в 2012 году было выборочно обследовано 84 туристических фирм по Воронежской области, из которых:

- 45 компании предоставили отчет по форме №1-турфирма;

- 39 компаний не предоставили отчет по форме №1- турфирма, в том числе по причинам: прекратили деятельность – 11, не занимались туристской деятельностью – 10, отсутствовали по указанному адресу – 16.

Общее количество туристских фирм, зарегистрированных в территориальном органе федеральной службы государственной статистики по коду внешнеэкономической деятельности 63.3 «Деятельность туристических агентств», составило в Воронежской области в 2009 г. 150 компаний.

Однако по данным обследований, проводимых департаментом по развитию предпринимательства потребительского рынка, в настоящее время в Воронежской области около 300 туристических компаний осуществляют деятельность по развитию различных направлений в сфере оказания туристических услуг населению и гостям города.

По итогам исследования определено, что большая часть туристических компаний – 77 %, занимаются внутренним и выездным туризмом, международным – 19 %, внутренним менее – 1 %.

Данная тенденция объяснима невысоким уровнем доходности и соответственно привлекательности внутреннего и выездного туризма для турфирм, и все более лояльными условиями международных туроператоров предлагающих программы отдыха за рубежом.

С использованием SWOT-анализа определены факторы внешней и внутренней среды

для развития внутреннего и въездного туризма в Воронежской области, определяющие конкурентоспособность региональной туриндустрии. Выявленные сильные стороны и внешние возможности являются основой конкурентной стратегии развития туризма и реализуются через перечень мероприятий, направленных на их использование и усиление. Слабые стороны и внешние угрозы рассматриваются в качестве ограничений для развития туризма в регионе.

Сильные стороны:

- наличие природных ландшафтов, заповедников, заказников и памятников природы;
- наличие богатого исторического и культурного наследия;
- выгодное географическое положение;
- наличие благоприятных природно-климатических условий;
- благоприятное расположение области относительно основных транспортных магистралей (М-4, М-6, Е-38, Р-194);
- активное социально-экономическое развитие Воронежской области.

Слабые стороны:

- низкий уровень информированности населения и специалистов туриндустрии о Воронежской области как о туристской дестинации;
- отсутствие в регионе турпродуктов, соответствующих международным стандартам;
- сезонность большинства внутриобластных маршрутов;
- доминирование точечных туристских объектов и турпродуктов, отсутствие туров комплексного характера;
- низкий уровень использования туристского потенциала области;
- недостаток и низкое качество туристской инфраструктуры и сервиса;
- недостаток квалифицированных специалистов в сфере оказания туристских услуг;
- низкий уровень заинтересованности организаций, являющихся объектами посещения (музеи, заповедники, монастыри и т.п.) в развитии как туристских объектов.

Внешние неблагоприятные факторы, угрозы:

- несовершенство нормативно-правовой базы туризма;
- развитие и консолидация в туристской сфере соседних регионов;
- правовые и финансовые риски частных инвесторов, связанные с осложнениями при реализации инвестиционных проектов;

- изменение внешней рыночной конъюнктуры;

- снижение уровня жизни населения Российской Федерации;

- ухудшение экологической обстановки.

Возможности туризма:

- реализация благоприятного географического положения через развитие внутреннего и въездного туризма;

- развитие новых экономических сфер в муниципальных образованиях Воронежской области;

- расширение международного культурного, делового и иного сотрудничества;

- создание в Воронеже туристского центра, откуда одинаково удобно добираться до достопримечательностей соседних регионов;

- создание новых рабочих мест в муниципальных образованиях области, развитие самозанятости сельского населения;

- возможность организации программ обучения специалистов в области туризма и профессиональной переподготовки местного населения;

- создание и продвижение конкурентоспособных туристских брендов;

- формирование привлекательного имиджа (бренда) региона, создание благоприятного инвестиционного климата.

На основе синтеза факторов SWOT-анализа выявлено, что наиболее важными благоприятными факторами внешней и внутренней среды Воронежской области, которые необходимо закладывать в основу стратегии повышения конкурентоспособности туризма, являются следующие:

- наличие природных ландшафтов, заповедников, большого количества природных заказников и памятников природы;

- наличие богатого исторического и культурного наследия;

- выгодное географическое положение;

- наличие благоприятных природно-климатических условий;

- развитая транспортная инфраструктура;

- активное социально-экономическое развитие Воронежской области.

Наиболее важными негативными факторами развития туризма в Воронежской области, ограничивающими возможности и снижающими конкурентоспособность, являются следующие:

- низкий уровень информированности населения и специалистов туриндустрии о Воронежской области как о туристской дестинации;

- отсутствие турпродуктов, соответствующих международным стандартам;

- доминирование точечных туристских объектов и турпродуктов, отсутствие туров комплексного характера;

- низкий уровень использования туристского потенциала области;

- недостаток и низкое качество туристской инфраструктуры и сервиса.

Таким образом, современное состояние индустрии туризма вполне отвечает всем перечисленным характеристикам. И, соответственно, под отраслью туризма следует понимать совокупность самостоятельных, территориально обособленных туристских хозяйственных единиц, располагающих специализированной материально-технической базой и специализирующихся на производстве и реализации туристских услуг и товаров, объединенных единством деятельности и управления.

Индустрия туризма должна рассматриваться как экономическая категория, выражающая совокупность взаимосвязанных отраслей и производств национальной экономики, единой функциональной задачей которых является деятельность, направленная на удовлетворение разнообразных и постоянно растущих потребностей людей в различных видах отдыха и путешествий в свободное время при рациональном использовании всех имеющихся туристских ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Мордовченков, Н.В. Современный маркетинг в туризме: инфраструктурный аспект [Текст]: монография / Н.В. Мордовченков, Р.А. Рыбаков. – Н. Новгород, 2010. – 162 с.

2 Сироткина, Н.В. Концептуальные положения разработки перспектив развития экономики региона [Текст] / Н.В. Сироткина, А.А. Зайцев // ФЭС: финансы, экономика, стратегия. – 2013. - № 4. – С. 77-82.

3 Усачева, И. В. (Куксова) Система методов создания благоприятных условий для развития инновационного потенциала предприятий [Текст] / И. В. Усачева // Регион: Системы, экономика, управление. - 2011. – № 2 (13). - С. 56 – 59.

REFERENCES

1 Mordovchenko, N.V. Modern tourism marketing: infrastructure aspect [Text]: monograph / N.V. Mordovchenko, R.A. Rybakov. – N. Novgorod, 2010. - 162 p.

2 Sirotkina, N.V. Conceptual design provisions for future economic growth in the region [Text] / N.V. Sirotkina, A.A. Zaytsev // FES: finance, economics, strategy. - 2013. - № 4. – P. 77-82.

3 Usachova, I.V. (Kuksova) System techniques to create favorable conditions for the development of innovative capacity of enterprises [Text] / I.V. Usachova // Region : Systems, economics, management. - 2011. - № 2 (13). - P. 56-59.

Соискатель А.С. Барзенкова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, тел. (473) 255-27-10

Контроллинг формирования и функционирования кластера

В статье представлена авторская концепция методики контроллинга формирования и функционирования кластера, которая позволяет объективно оценить процесс образования кластера, отслеживать динамику его жизнедеятельности и оценивать основные направления и показатели работы кластера

The article presents the author's concept of the technique of controlling the formation and functioning of the cluster, which allows to objectively estimate the process of the formation of cluster, trace the dynamics of its life and assess the main areas and indicators cluster operation

Ключевые слова: кластер, промышленный кластер, кластерная политика, контроллинг, контроллинг формирования и функционирования кластера, методика контроллинга формирования и функционирования кластера

В настоящее время концепция контроллинга как одного из наиболее важных и актуальных направлений управления промышленным предприятием является общепризнанной. Контроллинг занимает особое место в системе мониторинга бизнес-процессов различных организаций, в силу чего является приоритетным инструментарием управления этими организациями. Вместе с тем, роль, содержание и процедуры контроллинга применительно к деятельности организаций, интегрированных в кластерное образование (и, как следствие, к деятельности всего кластера) остаётся до настоящего время недостаточно изученными и методически обоснованными.

Со структурно-функциональных позиций современный кластер представляет собой сложное организационное образование с множеством внутренних и внешних взаимодействий. При этом внутренние отношения следует рассматривать на двух уровнях: как внутри каждой организации, так и между участниками кластера. По нашему мнению, качественное управление кластером, ориентированного на достижение установленных целей возможно лишь при наличии объективных критериев оценки деятельности по его формированию, применяемых инструментов управления и результирующих индикаторов эффективности каждого направления.

В соответствии с выше изложенным в рамках реализации поставленных задач предложена методика организации и проведения

контроллинга формирования и функционирования кластера. Данная методика позволяет:

- определить эффективность построения базовой модели кластера и необходимость внесения организационных изменений;
- выполнить оценку воздействия инструментов управления на функционирование кластера;
- количественно оценить эффективность достижения экономических целей деятельности кластера, результативность инвестиционной и инновационной деятельности;
- количественно охарактеризовать в целом уровень недоиспользованных возможностей по реализации экономических, инвестиционных и инновационных целей;
- дать интегрированную оценку деятельности кластера;
- разработать конкретные мероприятия по совершенствованию жизнедеятельности кластера.

Методика организации и проведения контроллинга кластера представляет собой совокупность этапов анализа, количественных (абсолютных и относительных) и качественных показателей (индикаторов) организационно-управленческого характера. Данные этапы в модульной интерпретации схематично представлены на рисунке 1.

Таким образом, предложенная процедура оценки состоит из четырех модулей, анализ которых позволяет сделать объективные выводы в пространственно-временной ретроспективе о качестве формирования и степени достижения целевых установок кластера.

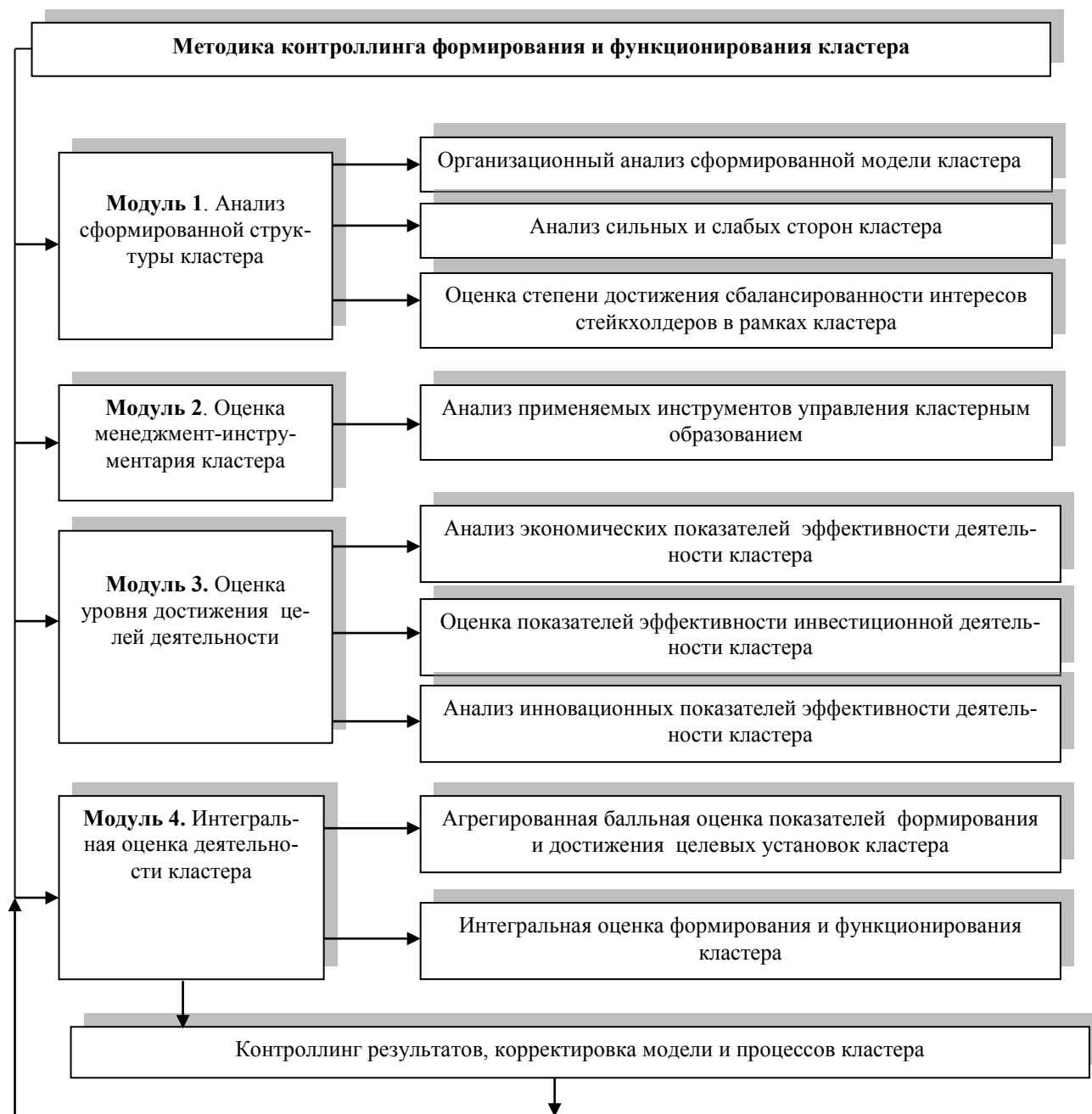


Рисунок 1 - Методика контроллинга формирования и функционирования кластера

Первый модуль содержит в себе показатели, характеризующие эффективность сформированной организационной структуры кластера, в том числе интегратора, качество управления, изменение сильных и слабых сторон организаций, составляющих кластер, степень достижения сбалансированности интересов участников кластера, и как следствие его устойчивость, уровень внутренней целостности и потенциал к интеграции и/или распаду. Качественные показатели организационных аспектов деятельности определяются экспертным путём на основе применения анкетных опросов с введением балльной шкалы оценок.

Второй модуль представляет собой оценку менеджмент-инструментария, применяемого в кластере в части реализации интегратором кластерной политики, ее согласованности с региональной политикой, анализ методов и применяемых принципов управления кластером, сформированной организационной культуры кластера.

Третий модуль включает в себя совокупность показателей, характеризующих степень достижения целевых ориентиров в разрезе экономических, инвестиционных и инновационных направлений функционирования кластера. Достижение целей характеризуют

десять индикаторов по каждому направлению (всего около 30 показателей). Пример показателей (индикаторов) представлен в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Индикаторы степени достижения экономических, инвестиционных и инновационных целей деятельности кластера (фрагмент)

Группы показателей	Показатели (индикаторы)
1. Экономические индикаторы	Общая рентабельность кластера, %
	Коэффициент финансовой устойчивости кластера, ед.
2. Инвестиционные индикаторы	Удельный вес привлечённых инвестиционных средств в общем количестве финансовых активов, %
	Рентабельность инвестиций, %
3. Инновационные индикаторы	Доля инновационно-активных предприятий в инкубаторе к общему количеству резидентов, %
	Удельный вес инновационных разработок в бизнес-инкубаторе к общему количеству инновационных товаров и технологий, произведённых в регионе, %

На основании расчёта показателей, характеризующих исполнение экономических, инвестиционных и инновационных целей делаются выводы о фактически достигнутых результатах и разрабатываются мероприятия по совершенствованию деятельности (в рамках каждого выбранного индикатора).

Четвёртый модуль предложенной методики предполагает агрегирование ранее полученных данных с целью формирования общих потенциалов реализации организационных, экономических, инвестиционных и инновационных целей, а также определения интегрального показателя эффективности деятельности кластера. Для агрегирования полученных данных в методике реализован метод балльной оценки.

Фактически уровень эффективности деятельности кластера по каждому направлению анализа может быть рассчитан на основе формулы:

$$Y_{ДЦj} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{\max \sum_{i=1}^n a_i}, \quad (1)$$

где $Y_{ДЦj}$ – уровень достижения j- цели, $\sum_{i=1}^n a_i$ – фактический достигнутое значение по достижению j- направления, $\max \sum_{i=1}^n a_i$ – максимально возможное значение по достижению j- направления.

Для расчета интегрального показателя эффективности деятельности кластера возможно применение формулы арифметической взвешенной:

$$IP_{Эф} = \frac{Y_{ДЦj} \times K_j}{\sum_{j=1}^3 K_j}, \quad (2)$$

где $IP_{Эф}$ – интегральный показатель эффективности деятельности кластера, K_j – коэффициент значимости достижения направления.

Интерпретация интегрального показателя выглядит следующим образом:

$IP_{Эф} < 1$ – эффективность функционирования кластера достаточно низкая, цели не выполняются, необходимы корректирующие воздействия.

$IP_{Эф} = 1$ – эффективность функционирования кластера достаточно высока, комплекс устанавливаемых целей полностью достигается, характер развития кластера устойчивый.

С целью практической апробации разработанной методики проведена оценка одного из промышленных кластеров применительно к условиям Воронежской области. Полученные результаты балльных оценок представлены в таблице 2. При расчёте приняты следующие коэффициенты значимости направлений: уровень сформированной структуры кластера – 0,20; уровень использования менеджмент и инструментария – 0,14; уровень экономических индикаторов достижения целей – 0,18; уровень инвестиционных индикаторов достижения целей – 0,19; уровень инновационных индикаторов достижения целей – 0,29.

Результаты проведенного анализ свидетельствует о достаточно низкой эффективности функционирования кластера. Уровень недоиспользованных возможностей составляет 35 %. При этом неустойчивой является структура кластера, то есть основой неудовлетворительного состояния являются организационные составляющие.

Результаты агрегированной оценки формирования и функционирования промышленного кластера (на примере условий Воронежской области)

№ п/п	Показатель	План	Факт	Фактический уровень эффективности направления
1	Уровень сформированной структуры кластера	10	6	0,6
2	Уровень использования менеджмент и инструментария	10	4	0,4
3	Уровень экономических индикаторов достижения целей	10	6	0,6
4	Уровень инвестиционных индикаторов достижения целей	10	7	0,7
5	Уровень инновационных индикаторов достижения целей	10	8	0,8
6	Интегральный показатель эффективности деятельности кластера	0,65		

Обобщая выше изложенное и резюмируя возможности практического применения предложенной методики, следует подчеркнуть, что с учётом незначительной проработки вопроса по комплексной оценке деятельности кластеров данная методика имеет значительную практическую составляющую в современных экономических реалиях.

Таким образом, разработанная процедура контроллинга формирования и функционирования кластера позволяет объективно оценить процесс образования кластера, а также отслеживать динамику его жизнедеятельности, оценивать основные направления и результирующие показатели работы кластера и сравнивать на основе интегральной оценки результативность функционирования профильных кластеров как в рамках региона, так и на межрегиональном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1 Лаврикова, Ю.Г. Кластеры: стратегия формирования и развития в экономическом пространстве региона [Текст] / Ю.Г. Лаврикова. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008. – 232 с.

2 Саликов, Ю.А. Методика оценка деятельности интегрированных инновационных структур [Текст] / Ю.А. Саликов, А.С. Барзенкова // Материалы международной научно-

практической конференции ВГУИТ «Перспективы и проблемы инновационного развития социально-экономических систем», Воронеж. – 2012. – С. 52-55.

3 Саликов, Ю.А. Инновационные подходы к интеграционному развитию промышленных и торговых структур региона. Стратегические и инновационные подходы к развитию инструментов коммерции в секторах экономики [Текст]: монография / Ю. А. Саликов, А.С. Барзенкова. – Воронеж: Научная книга, 2013. – С. 50 -65.

REFERENCES

1 Lavrikova, Yu. G. Clusters: strategy formation and development in the economic space in the region [Text] / Yu. G. Lavrikova. - Ekaterinburg: Institute of Economics UrO RAS, 2008. - 232 p.

2 Salikov, Yu. A. Methodology assessment activities integrated innovative structures [Text] / Yu.A. Salikov, A.S. Barzenkova // Materials of the international scientific-practical conference VGUIT "Prospects and problems of innovative development of socio-economic systems", Voronezh. - 2012. - P. 52-55.

3 Salikov, Yu. A. Innovative approaches to the integration of industry and trade structures in the region. Strategic and innovative approaches to the development of tools commerce sectors [Text]: monograph / Yu.A. Salikov, A.S. Barzenkova. – Voronezh: Nauchnaya kniga, 2013. - P. 50 -65.

Аспирант И.Н. Лазарев

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, тел. (473) 255-27-10

Инструменты управления в системе входного контроля

В статье обосновано внедрение международных стандартов в деятельность мясоперерабатывающих предприятий в связи со вступлением России в ВТО. Раскрывается сущность и экономическое содержание инструментов входного контроля. Представлен регламент входного контроля, состоящий из восьми этапов, определяющий ответственных исполнителей, их функциональные обязанности, формы результатов. Описан алгоритм функционирования механизма входного контроля в виде последовательности действий при проведении процедуры входного контроля.

In article introduction of the international standards in activity of the meat-processing enterprises in connection with Russia's accession to the World Trade Organization is proved. The essence and the economic maintenance of instruments of entrance control reveals. The regulations of entrance control consisting of eight stages, defining executives, their functional duties, forms of results are submitted. The algorithm of functioning of the mechanism of entrance control in the form of sequence of actions is described when carrying out procedure of entrance control.

Ключевые слова: инструмент управления, система входного контроля, регламент входного контроля, алгоритм функционирования механизма входного контроля, международный стандарт.

Характерной чертой современного этапа развития является распространение международных стандартов деятельности. Внедрение международных стандартов качества в деятельность российских компаний влечет за собой ужесточение требований к обеспечению их устойчивого функционирования [2].

Вступление России в ВТО предопределяет обострение конкуренции между производителями на рынках всех отраслей хозяйства. Конкурентная борьба обусловлена не только ростом отечественных предприятий-производителей готовой продукции, но и зарубежных, поставляющих более дешевые товары. Для выживания российским предприятиям необходимо не просто производить продукцию высокого качества, а производить продукцию, соответствующую международным стандартам.

На наш взгляд, для производства безопасной, качественной и конкурентоспособной продукции необходимо внедрение на мясоперерабатывающих предприятиях системы входного контроля, которая позволит не допустить сырье, не соответствующее стандарту, плохого качества в производство. Данная система соответствует требованиям международного стандарта ISO 22000: 2005 - система менеджмента безопасности продуктов питания – «Требования к организациям цепи производства и поставок».

Организация системы входного контроля на предприятии регламентируется соответствующими нормативными документами.

Регламент в переводе с французского *reglement* (*regle* - правило), означает совокупность правил, определяющих порядок деятельности организации.[1]

В других трактовках регламент рассматривается как документ, который перечисляет и описывает по порядку этапы (шаги), которые должны быть реализованы.[3]

По нашему мнению, регламент – это инструмент управления в форме документа, который отражает способ организации определенного вида деятельности предприятия посредством наделения ее участников определенными правами и обязанностями. Регламент позволяет четко зафиксировать функциональные обязанности сотрудников и описать алгоритм их действий при выполнении достаточно сложных и объемных задач, требующих координации разных специалистов и отделов.

Для проведения процедуры входного контроля сырья на предприятии мясоперерабатывающей промышленности, с нашей точки зрения, необходимо разработать регламент «входного контроля». На рисунке 1 представлен разработанный регламент входного контроля мясного сырья на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности.

В соответствии с предложенным подходом он состоит из восьми этапов, на каждом из которых выполняются определенные мероприятия, и в зависимости от выполняемых функций проводятся одним или несколькими исполнителями.

На первом этапе осуществляется обоснование целесообразности закупки сырья определенного вида, качества, стоимости для изготовления запланированного ассортимента готовой продукции. Инициатива выбора конкретного вида сырья закреплена за технологом, а экономист определяет экономическую целесообразность его выбора с точки зрения реализации принципа «цена-качество», в случае необходимости предлагает альтернативные решения. В результате заказ сырья проводится при согласовании решений технолога и экономиста.

На втором этапе осуществляется приемка сырья. Ответственным исполнителем является начальник холодильника. В его обязанности входит: определить вид и принадлежность сырья, произвести контроль наличия и правильного оформления сопроводительных документов, визуальный осмотр и органолептический анализ сырья в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. Полученные данные исполнитель заносит в первую часть документа «паспорт входного контроля» и делает выводы.

На третьем этапе реализуется ветеринарно-санитарный контроль сырья: определение фальсификации, отсутствие или наличие болезней, остаточных медикаментозных явлений и т.д. Ответственным за проведение третьего этапа является эксперт по ветеринарно-санитарной безопасности, он заполняет вторую часть документа «паспорт входного контроля», делает соответствующие выводы. При этом необходимая информация вносится в матрицу определения допустимости качества сырья.

На четвертом этапе специалист по стандартизации и сертификации определяет соответствие полученного сырья заявленным стандартам и сертификатам. Он заполняет третью часть документа «паспорт входного контроля» и раздел в матрице определения допустимости качества сырья.

На пятом этапе технолог определяет технологические свойства сырья (пороки мяса, ВУС, ЖУС, СЭ, ЭС и др.) и заполняет четвертую часть документа «паспорт входного контроля» и технологический раздел матрицы определения допустимости качества сырья.

На шестом этапе осуществляется определение ассортимента продукции, который можно произвести из полученного сырья. Этот этап проводит технолог. На основе данных безопасности сырья,

соответствия его заявленному стандарту, и показателей, характеризующих технологические свойства сырья, готовятся предложения к возможному выпуску готовой продукции, при необходимости по корректировке планируемого ассортимента выпускаемой продукции в соответствии с качеством полученного сырья, и заполняет пятую часть документа «паспорт входного контроля», дает рекомендации по его использованию.

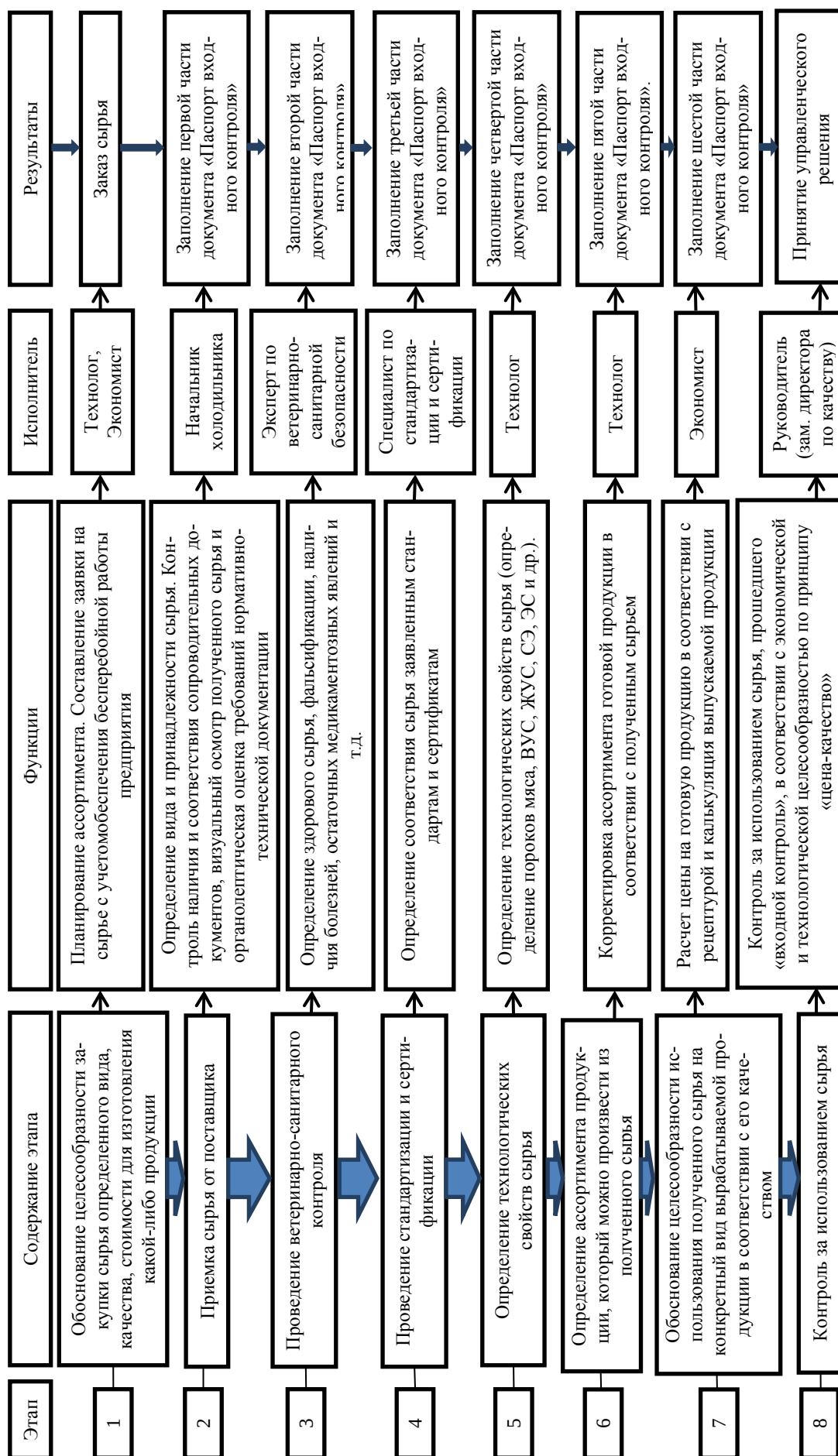
На седьмом этапе экономист проводит анализ обоснования целесообразности использования полученного сырья на конкретный вид вырабатываемой продукции в соответствии с его качеством и производит расчет цен на готовую продукцию в соответствии с рецептурой. Экономист заполняет шестую часть документа «паспорт входного контроля», после чего отправляет этот документ руководителю.

На восьмом этапе руководитель (заместитель начальника по качеству) принимает решение о направлении полученного сырья в производство, а далее осуществляет контроль его использования в соответствии с экономической и технологической целесообразностью по принципу «цена-качество».

Следует отметить, что руководитель при необходимости на любом этапе входного контроля может потребовать дополнительную информацию с исполнителя для оперативности принятия управленческих решений.

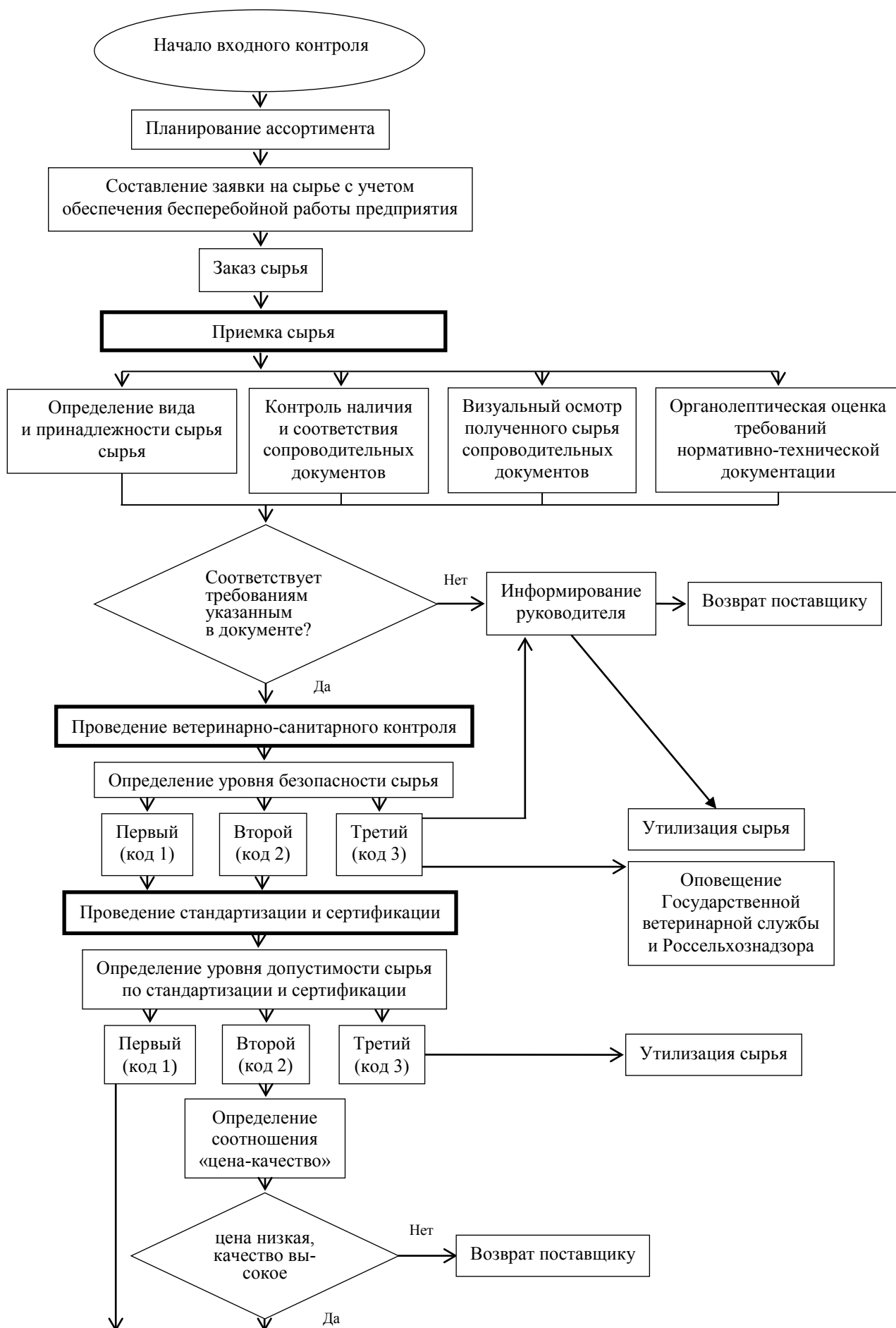
Таким образом, регламент входного контроля позволяет скоординировать действия ответственных исполнителей на каждом этапе исследования сырья, определить их функциональные обязанности, форму результатов работы.

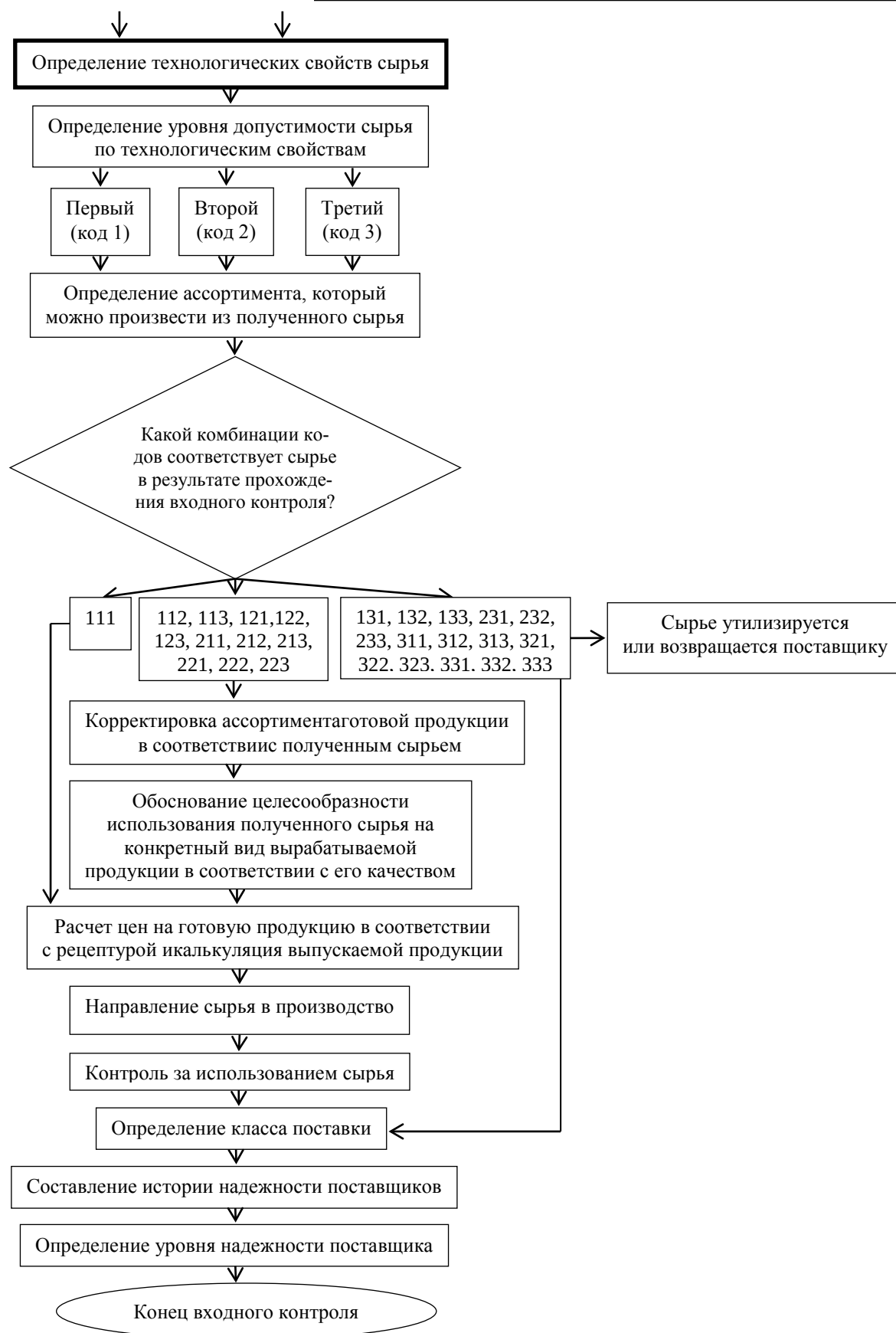
Для пошагового описания действий входного контроля на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности считаем целесообразным использовать алгоритм функционирования механизма входного контроля, который представлен на рисунке 2.



Составлено автором

Рисунок 1 – Регламент входного контроля на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности





Составлено автором

Рисунок 2 – Алгоритм функционирования механизма входного контроля

Алгоритм функционирования механизма входного контроля, являясь инструментом управления, представляет собой последовательность действий исполнителей, направленных на оценку качества и безопасности получаемого сырья и определение целесообразности его использования за конечное число шагов.

Начинается процедура с определения потребности предприятия в сырье. По нашему мнению, планированием ассортимента на мясоперерабатывающих предприятиях должны заниматься технолог и экономист. На основе запланированного ассортимента производства готовой продукции они составляют заявку на поставку определенного количества сырья с учетом сроков для обеспечения бесперебойной работы предприятия. Заказ отправляется поставщику сырья.

При поступлении сырья на предприятие происходит его приемка. Определяется вид и принадлежность сырья, его соответствие сопроводительным документам и заявке, осуществляется его визуальный осмотр и дается органолептическая оценка. Если требования заявки выполнены и все показатели в норме, то сырье отправляется на ветеринарно-санитарный контроль. В случае не соответствия требованиям, указанным в документе, происходит информирование руководителя и последующий возврат сырья поставщику.

При прохождении ветеринарно-санитарного контроля определяется уровень безопасности сырья. Если сырье соответствует первому (код 1) и второму (код 2) уровню безопасности, то оно отправляется на проведение стандартизации и сертификации. В случае если сырье соответствует третьему (код 3) уровню безопасности, то это сырье утилизируется. При этом информация поступает руководителю, Государственной ветеринарной службе и Россельхознадзору.

При проведении стандартизации и сертификации происходит определение уровня допустимости сырья по стандартизации и сертификации. Если сырье соответствует первому (код 1) уровню допустимости по стандартизации и сертификации, то оно переходит на этап определения его технологических свойств. В случае, когда сырье соответствует второму уровню допустимости (код 2), то необходимо решить вопрос о целесообразности его использования на основе соотношения «цена-качество». Если цена на сырье будет низкая, а его качество высокое, то оно переходит на следующий этап входного контроля - определение технологических свойств. В других слу-

чаях сырье возвращается поставщику. Если сырье присваивается третий уровень допустимости сырья (код 3) по стандартизации и сертификации, то такое сырье утилизируется.

На этапе определения технологических свойств оценивается уровень допустимости сырья по технологическим свойствам, характеризующий его качество. В зависимости от уровня допустимости сырья решается вопрос о возможности его использования на производство запланированных видов продукции. Независимо от того какой код получило сырье при определении технологических свойств, на следующем шаге алгоритма – определяется ассортимент, который можно произвести из полученного сырья.

Если сырье в результате прохождения входного контроля соответствует комбинации кодов 111, то оно полностью соответствует заявленным требованиям и после расчета экономистом цены на готовую продукцию в соответствии с рецептурой и калькуляцией, направляется в производство.

Если сырье соответствует комбинации кодов 112, 113, 121,122,123, 211, 212, 213,221, 222, 223, то сырье не полностью соответствует заявленным требованиям и проводится корректировка ассортимента видов продукции, которые можно произвести из полученного сырья. При этом в соответствии с рекомендациями технолога и экономиста осуществляется обоснование целесообразности использования сырья на конкретный вид вырабатываемой продукции в соответствии с его качеством. Затем производится расчет цены на готовую продукцию в соответствии с рецептурой и калькуляцией, после чего это сырье отправляется в производство.

Сырье с комбинациями кодов 131, 132, 133, 231, 232,233, 311, 312, 313, 321,322, 323, 331, 332, 333 утилизируется или возвращается поставщику.

После того, как сырье было направлено в производство, ведется контроль его использования.

В результате прохождения этапов входного контроля сырье получает код, характеризующий безопасность и качество поступающей на предприятие партии сырья. На основе кодов проводится классификация поставки и ей присваивается первый, второй или третий класс поставки. На основе этой информации составляется история поставок, и делаются выводы о надежности поставщиков. На этом входной контроль считается завершенным.

Алгоритм входного контроля отражает все шаги организации входного контроля. Он позволяет наглядно проследить движение сырья и действия сотрудников при проведении входного контроля на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Большая советская энциклопедия [Текст]. - М.: «Советская энциклопедия», 1969-1978.

2 Подмолодина, И.М. О проблемах внедрения корпоративных культурных ценностей в работу российских филиалов ТНК [Текст] /И.М. Подмолодина, Ю.В. Куликов // Вопросы экономики и права. - 2012. - №3. - С. 54-58

3 Словарь русских синонимов и сходных по смыслу выражений [Текст] / под. ред. Н. Абрамова. - М.: Русские словари, 1999

REFERENCES

1 Big Soviet encyclopedia [Text]. - M.: "The Soviet encyclopedia", 1969-1978.

2. Podmolodina, I.M. About problems of introduction of corporate cultural values in work of the Russian branches of multinational corporation of [Text] / I.M. Podmolodina, Yu.V. Kulkov//Economy and right questions. - 2012.- № 3. – P. 54-58.

3 The dictionary of the Russian synonyms and similar expressions on sense [Text] / ed. N. Abramov. - M.: Russkie slovari, 1999

УДК 338.242.2

Профессор, д.т.н. Л.Е. Мистров

(Центральный филиал ФГБОУ ВПО «Российской академии правосудия»)

начальник ЦКП «Индустрия наносистем» А.А. Дерканосова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) ЦКП «Индустрия наносистем», тел. (473) 255-37-16

Методы информационного воздействия при синтезе стратегий управления конкурентоспособностью социально- экономических организаций

Предлагается подход синтеза стратегий управления конкурентоспособностью различного типа социально-экономических организаций на основе реализации способов индивидуального и группового информационного воздействия для достижения эффективного их функционирования в условиях конкурентного информационного противодействия. Подход базируется на методах последовательного назначения единиц ресурса, ветвей и границ

Approach of synthesis management strategy of competitiveness of various types of the social and economic organizations on the basis of realization the ways of individual and group information influence for achievement of their effective functioning in the conditions of competitive information counteraction is offered. Approach is based on methods of consecutive purpose of resource units, branches and borders

Ключевые слова: социально-экономическая организация (система), конкуренция, конфликт, конкурентоспособность, стратегия управления, управляющий, исполнительный и информационно-обеспечивающий элемент, методы и средства индивидуального и группового информационного воздействия

Современный этап развития социально-экономических организаций (СЭО) характеризуется расширением общей конъюнктуры рынка товаров/услуг и конъюнктуры соответствующих конкретных видов предпринимательской деятельности. Конъюнктура рынка определяет положение рыночных отношений, сложившихся между его участниками, а конъюнктура конкретных рынков характеризует его состояние, включающее в себя совокупность взаимосвязанных между собой конкурентных условий. С учетом этого предпринимательская деятельность представляет многогранную совокупность взаимосвязанных направлений, основным из которых является реализация целевых операций в предметной области СЭО для достижения желаемого результата.

Предпринимательская деятельность СЭО связана с процессом принятия решений и зависит от множества влияющих на конечный результат характеристик. К таким характеристикам, в частности, относятся объемы привлекаемых, выделяемых и размещаемых ресурсов, а также продолжительность сроков их использования. Эти характеристики функционально связаны между собой, имеют противоположные

тенденции изменения, и вариация любой из них обуславливает детерминированный или стохастический в некоторых случаях процесс управления эффективностью функционирования СЭО. Её функционирование, расширение или сокращение, объем спроса и предложений определяется конъюнктурой, особенностью которой является непостоянство, изменчивость и частые колебания, обусловленные возникновением и развитием конкуренции, проявляющейся в форме конфликта “конкуренция”. Исходя из этого, эффективность принимаемых решений СЭО находится в прямой зависимости от их конфликтного взаимодействия и складывающейся конъюнктуры на рынке товаров/услуг и формируемых на этой основе направлений использования различного назначения ресурсов.

Основой принятия решений об условиях обеспечения конкурентоспособностью применения СЭО является информация, обуславливающая применение для достижения целевого превосходства или, по крайней мере, паритета на основе синтеза стратегий управления (СУ). Их реализация в соответствии с системным подходом предполагает любую СЭО рассматривать как многоуровневую иерархическую систему с характерными связями по управле-

нию (подчиненности), информационному обеспечению, взаимодействию и исполнению, отражающей финансовое, экономическое, техническое и организационное единство множества её элементов. Перед всеми элементами ставятся специфические задачи, и все они опосредованно работают на интегральные показатели эффективности применения СЭО. Исходя из этого, СЭО по системоопределяющим признакам (элементы работают по своим частным показателям, но их деятельность агрегируется в интегральные показатели эффективности организации) представляет организационную и/или организационно-техническую систему в виде объединенной единством цели и процессов её достижения совокупности элементов управления (ЭУ), информационного обеспечения (сбора, обобщения и анализа – ИОЭ) и исполнения (производства и реализации продукции, административно-хозяйственной деятельности и т.п. – ИЭ), пространственно-временное взаимодействие которых обеспечивает реализацию её целевого предназначения.

В СЭО основным управляющим/исполнительным элементом является человек, который несмотря на наличие различного рода инструкций и рекомендаций по выполнению конкретных действий в условиях активного и/или информационного воздействия, обуславливает её функционирование в режимах, далеких от оптимальных. Это связано с тем, что в общем случае функционирование СЭО представляет сложное взаимодействие множества сотрудников, каждый из которых может работать не только по заранее определенным алгоритмам, но и формировать свои соответствующие правила (закономерности) функционирования исходя из значений характеристик внешних возмущений и внутриорганизационных изменений на основе выбора адекватных реакций, маневра стратегиями поведения, ресурсами и технологиями. В этих условиях за счет синтеза СУ возможно достичь эффективного функционирования СЭО, её адекватной приспособленности к динамически изменяющимся условиям внешней среды и оптимизации функций управления по уровням ответственности. Недостаточная разработанность методов синтеза СУ для обеспечения конкурентоспособного функционирования СЭО в условиях рыночной экономики, наличие нерешенных и дискуссионных вопросов в данной области предопределили цель и содержание предлагаемой статьи, направленной на разработку методического подхода синтеза СУ для достижения функцио-

нирования СЭО с требуемой эффективностью в условиях стохастического и конечного воздействия внешних условий конкурентной среды.

В обобщенном виде СУ как концепции управления СЭО представляют план действия её сотрудников по оптимизации использования различного типа ресурсов элементов (систем, комплексов и средств), объединенных единым пониманием проблем и/или единством стереотипов поведения. Они фактически отражают цели и задачи функционирования СЭО для всех её элементов, ориентируя на стратегии выживания в конкурентной среде и соответствующее им поведение. Исходную базу СУ составляет финансово-экономическое состояние СЭО, позволяющее осуществить мониторинг рынка товаров/услуг, принять решение о потенциальных угрозах конкурентного активного и / или информационного воздействия, обосновать адекватные угрозам методы и средства противодействия, оптимизировать их состав и структуру, а также оценить эффективность управления ими с учетом изменения характеристик внутренних или внешних условий.

Стратегии управления любой СЭО можно охарактеризовать как наступательные или оборонительные, позволяющие на основе методов мониторинга оптимизировать распределение ресурсов противодействия, в первую очередь, информационных для создания и поддержания конкурентного превосходства при выполнении поставленных задач. Наступательные СУ направлены на обеспечение эффективного функционирования СЭО на основе производства новых товаров, выхода на новые рынки сбыта и завоевание конкурентного превосходства. Оборонительные же СУ имеют целью нивелирование эффективности активного и/или информационного воздействия за счет снижения до некоторого минимального уровня эффективности функционирования элементов конкурирующих СЭО.

Быстрые изменения характеристик внутренних и внешних условий функционирования СЭО обуславливают необходимость разработки/совершенствования математических моделей, методов и научных подходов к синтезу СУ для проведения по интегральным показателям исследования эффективности развития организации и формирования на основе выявленных отклонений предпочтительного варианта развития. СУ разрабатываются на множестве неопределенных и вероятностных условий (потенциальных источников возмущений) приме-

нения СЭО и открывают эффективные направления её функционирования, их предварительной оценки и соответствующего выбора в зависимости от различного вида выделенных ресурсов, технологий, информации о конкурирующих организациях и т.д. Оценка степени и характера организационного активного и/или информационного воздействия со стороны внешней среды с помощью математических моделей и методов исследования функционирования СЭО позволяет установить уязвимые элементы, оказывающее влияние на её эффективность функционирования и обосновать методы и средства их нивелирования.

В качестве основы СУ возможно рассмотрение множества различных способов и элементов информационного воздействия (ИВ) для обеспечения конкурентоспособного функционирования СЭО, характеризуемой заданной эффективностью выполнения поставленных задач в условиях конкурентного активного и/или информационного воздействия. Эффект ИВ основывается на обеспечении заданной эффективности применения своей СЭО и дезорганизации управления конкурирующей СЭО на основе разрушения и/или искажения информации в её иерархических уровнях принятия решений, интегрировано проявляющегося в снижении количества выполненных задач и эффективности функционирования элементов и системы в целом. Исходя из этого, объектами ИВ могут являться:

- различного уровня элементы управления СЭО, включая каналы приема и передачи информации; среду обмена информацией; элементы сбора (добывания), обработки, хранения и доставки информации;

- информация ограниченного доступа (коммерческая и личная тайна), включая ее носители, системы и средства защиты;

- сотрудники организаций, как носители ценной коммерческой информации.

Способы применения СЭО определяют и информационные отношения между ними, содержание которых состоит в защите информации об облике и способах применения своей организации и добывании информации об аналогичных характеристиках конкурирующих СЭО. Эти отношения определяющим образом влияют на содержание методов и подходов синтеза СУ и реализующих их способов информационного воздействия, основные из которых состоят:

- в защите информации в каналах приема и передачи информации на основе семантического преобразования информации (примене-

ние спецаппаратуры, кодирование и шифрование); организации маскирующего и/или дезинформационного обмена; применение широкополосных сигналов и т.п.;

- в защите информации в системах управления на основе радиоэлектронной защиты информации; контроля и управления допуском к средствам, информационным и программно-техническим ресурсам систем; контроля потенциальных угроз и каналов утечки информации и т.п.;

- в добывании информации на основе анализа и обобщения информации из различных источников, ведения конкурентной разведки и информационного мониторинга об облике и возможных способах применения потенциально конкурирующих организаций;

- в информационном воздействии на основе подавления источников информации; ведения различными способами дезинформации, включая информацию для психологического воздействия на сотрудников организаций и нарушения информационных процессов функционирования контуров управления конкурирующих организаций.

Реализующие СУ методы и средства ИВ, исходя из наличия в составе СЭО организационных, организационно-технических и технических элементов, по типу информационного воздействия возможно классифицировать на организационные и технические. Организационные методы ИВ эффективны на всех уровнях элементов СЭО, за исключением уровня комплексов и технических систем, а технические методы ИВ – только до уровня организационно-технических элементов СЭО. При этом особенности организационных методов ИВ состоят в воздействии (информационном, психологическом и т.д.) на сотрудников – основного элемента контуров управления СЭО и одновременной защите информации ограниченного доступа на основе регулирования степени информированности сотрудников о характеристиках и способах применения элементов и организации целом, а также возможных результатах принятых ими управляющих решениях. Содержание организационных методов ИВ основывается на нейтрализации каналов и источников информации на время активной фазы конфликта путем дезинформации, психологического воздействия, очернения в средствах массовой информации, запугивания, переориентации и т.п. К техническим методам ИВ относятся различного рода способы и средства дезинформации, активные и пассивные поме-

хи, ложные цели, средства снижения заметности и т.п. Данные методы ИВ применяются избирательно на различных этапах выполнения СЭО поставленной задачи путем “навязывания” конкурирующей СЭО информации, обуславливающей выбор ею решений, приводящих к снижению эффективности элементов до некоторого минимального уровня.

Комплексное применение организационных и технических методов ИВ оказывает определяющую роль на обоснование стратегий поведения конкурирующих СЭО с учетом предыстории стратегий их поведения в прошлом, современных условиях и прогноза поведения в будущем с учетом мотиваций, определяющих цели применения СЭО. Оно приводит к изменению в желаемую сторону исходных данных, используемых конкурирующей СЭО при выборе стратегий поведения, их дезинформации, конструирования на основе различных видов информационного воздействия исходной обстановки, представления ложных направлений изменения информационной обстановки, обеспечения перехода к менее эффективным методам принятия решения и снижения эффективности функционирования контуров управления элементами и конкурирующей СЭО в целом.

Исходя из возможных способов применения элементов СЭО для защиты могут использоваться методы индивидуального, объектового и общего ИВ, отличающиеся друг от друга характеристиками средств, объектами защиты и способами реализации воздействия, а также способами применения. Определяющей характеристикой методов ИВ являются пространственно-временные размеры защищаемых объектов: для защиты одиночных элементов используется метод индивидуального ИВ; для защиты групп элементов или объектов – метод объектового ИВ, а для защиты групп объектов – метод общего ИВ с учетом противодействия отдельных, групп и группировок элементов конкурирующих СЭО. Это позволяет структуру СУ представить в виде множества объединенных единством цели способов применения и элементов ИВ, обеспечивающих формирование различного типа воздействий в интересах обеспечения эффективной работы отдельных ИЭ/ИОЭ и/или их групп для определенных условий внешней обстановки. То есть, декомпозиция способов применения элементов СЭО обеспечивает структурирование СУ на совокупность способов управления средствами и способами индивидуального и группового ИВ для обеспечения эффективного

функционирования её отдельных элементов. При этом каждая СУ основывается на анализе и обобщении текущей информации об условиях конкурентной обстановки, разработке методов оптимизации ограниченного ресурса средств комплексов индивидуального и группового ИВ (КИВ, КГВ) для эффективного функционирования отдельных и групп ИЭ/ИОЭ с целью обеспечения конкурентоспособного применения СЭО в целом.

В этих условиях для решения задачи синтеза СУ требуется обоснование алгоритмов управления применением средств и способов ИВ, основу которых составляет решение двух задач:

а) распределение ресурса средств КГВ для обеспечения применения групп ИЭ/ИОЭ и входящих в их состав различных средств группового ИВ (СГВ) по разнотипным элементам подсистем (комплексов) СЭО при ведении ими одиночных или групповых действий (ОД, ГД) в динамике наступательных и/или оборонительных операций;

б) оптимального распределения внутреннего ресурса (мощности, количества и т.п. СГВ) КГВ применительно к пространственно-временным характеристикам способов применения ИЭ/ИОЭ при условии оптимального использования ресурса средств КИВ для обеспечения эффективных действий одиночных ИЭ/ИОЭ.

При решении данной задачи предполагаются заданными:

1) состав ИЭ, ИОЭ и УЭ в структуре СЭО при ведении наступательных и оборонительных операций;

2) условия проведения ОД и ГД ИЭ / ИОЭ при выполнении поставленных задач;

3) $\|K_l\|_L$, K_l – количество типовой номенклатуры l -го типа, $l=1,...,L$ подсистем (комплексов) в структуре СЭО;

$\|N_i^l\|_L$, N_i^l – количество i -го типа, $i=1,...,I_l$ элементов в составе l -го типа подсистемы (комплекса) СЭО;

$\|R_j^l\|_{J,L}$ – количество средств в составе j -го типа КГВ, предназначенных для обеспечения эффективных действий групп ИЭ / ИОЭ l -го типа подсистемы (комплекса) СЭО, $j=1,...,J_l$, $l=1,...,L$;

4) варианты КИВ il -ых типов элементов подсистем (комплексов) СЭО и соответствующие матрицы значений оценок их эффективности, усредненные по условиям применения ИЭ / ИОЭ – $\|P_i^{I_{КИВ}}\|$.

Обозначим через $\|r_j^l\|_{JL}$ матрицу назначения количества j -го типа СГВ, предназначенных для обеспечения эффективного применения l -го типа (или предназначенных для применения в составе l -го типа КГВ) групп ИЭ/ИОЭ. В связи с тем, что в составе подсистем (комплексов) СЭО возможно наличие нескольких однотипных групп элементов (равно K_l), то при распределении ресурса средств j -го типа КГВ следует рассматривать стратегии их назначения на каждый конкретный k -й элемент, $k=1, \dots, K_l$, то есть матрицу $\|r_{jk}^l\|_{K_l}$ с учетом относительной “важности” каждого k -го элемента l -го типа подсистемы (комплекса).

Тогда задачу обоснования СУ для обеспечения конкурентоспособного функционирования СЭО методами и средствами ИВ можно представить задачей определения оптимального плана распределения ресурса средств и способов j -го типа КГВ ($\|r_{jk}^{*l}\|_{J, K_l}$), обеспечивающего:

$$S \in \text{Arg max}_{r_{jk}} \sum_{k=1}^{K_l} \lambda_k^l \sum_{i=1}^{I_l} \gamma_{ik}^l P_{ik}^{l, \text{КГВ}}(\|r_{jk}^l\|), \quad (1)$$

при ограничениях

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{K_l} r_{jk}^l &= R_j^l; \quad j=1, \dots, J_l; \\ l &= 1, \dots, L; \quad r_{jk}^l = 0, 1, 2, \dots, \end{aligned} \quad (2)$$

где γ_{ik}^l – относительная важность i -го элемента в составе l -го типа подсистемы (комплекса) с k -ым порядковым номером, $\sum_{k=1}^{K_l} \gamma_{ik}^l = 1$; $i=1, \dots, I_l$; $l=1, \dots, L$; $P_{ik}^{l, \text{КГВ}}(\dots)$ – средняя вероятность применения i -го типа ИЭ/ИОЭ, входящих в состав l -го типа подсистемы (комплекса) СЭО с k -ым порядковым номером, зависящая от СУ и плана распределения ресурса средств j -го типа КГВ ($\|r_{jk}^l\|$) элементов l -го типа подсистемы (комплекса) с номером $k=1, \dots, K_l$; λ_k^l – относительная важность l -го типа подсистемы (комплекса) k -го порядкового номера в структуре СЭО.

Целесообразно остановиться на некоторых обстоятельствах, связанных с физической интерпретацией задачи (1), (2).

Для физичности представления метода синтеза СУ рассмотрим более простые условия применительно к одной l -ой задаче, связанной с обеспечением эффективного применения

элементов СЭО при $l=1$, $K_1=3$. Это позволяет СУ для обеспечения конкурентоспособного функционирования СЭО представить в виде:

$$S \in \text{Arg max}_{r_{jk}} \sum_{k=1}^{K_1} \lambda_k \bar{P}_k^{\text{КГВ}}(\|r_{jk}\|), \quad (3)$$

$$\text{при} \quad \sum_{k=1}^{K_1} r_{jk} = R_j; \quad j=1, \dots, J; \quad r_{jk} = 0, 1, 2, \dots, \quad (4)$$

где $\bar{P}_k^{\text{КГВ}} = \sum_{i=1}^{I_k} \gamma_{ik} P_{ik}^{\text{КГВ}}(\|r_{jk}\|)$ – средняя вероятность применения элементов СЭО с порядковым номером $k=1, \dots, K_1$.

Вероятность эффективного применения СЭО в предположении обеспечения каждым k -го элементом M_n^k действий методами ИВ в условиях конкурентного активного и/или информационного воздействия рассчитывается по формуле:

$$P_{ik}^{\text{КГВ}}(\|r_{jk}\|, \|m_{ni}^k\|) = \sum_{n=1}^N \sum_{m_{ni}^k} P_{ik}(\|r_{jk}\|, m_{ni}^k) \cdot V_{ik}(m_{ni}^k) \quad i=1, \dots, I; \quad k=1, \dots, K_1, \quad (5)$$

где $P_{ik}^{\text{КГВ}}(\|r_{jk}\|, \|m_{ni}^k\|)$ – вероятность конкурентного активного и / или информационного противодействия выполнению СЭО m_{ni}^k задач i -ым типом элементов k -го номера из M_n^k числа возможных, $n=1, \dots, N$; $V_{ik}(m_{ni}^k)$ – средняя эффективность (вероятность) выполнения m_{ni}^k задач n -ым типом i -х ИЭ / ИОЭ с номером “ k ” на основе применения средств КИВ; $\|m_{ni}^k\|$ – вектор распределения количества n , $n=1, \dots, N$ задач, выполненных ИЭ/ИОЭ i -ой, $i=1, \dots, I_k$ группой элементов с номером K , $k=1, \dots, K_1$; $\sum_{k=1}^{K_1} \sum_{i=1}^{I_l} N_i^k m_{ni}^k = M_n^k$; N_i^k – количество i -го типа элементов в структуре СЭО с номером “ k ”.

Вероятности $P_{ik}(\|r_{jk}\|, \|m_{ni}^k\|)$ выполнения m_{ni}^k задач ИЭ/ИОЭ при заданном распределении $\|M_{ni}^k\|$, $i=1, \dots, I_k$, $k=1, \dots, K_1$ определяются, в основном, вероятностью вскрытия активного и/или информационного воздействия со стороны конкурирующих СЭО и результатами применения элементами организации средств и способов индивидуального и группового ИВ.

Вероятность $V_{ik}(m_{ni}^k)$ выполнения m_{ni}^k -ой задачи характеризуется количеством состоявшихся действий M_{ni}^{*k} ИЭ/ИОЭ по выполнению поставленных задач на основе применения ими комплексов индивидуального и группового ИВ.

$$\max_{r_{jk}} \sum_{k=1}^{K_1} \lambda_k \sum_{i=1}^{I_k} \gamma_{ik} \sum_{n=1}^N \sum_{m_{ni}=1}^{M_{ni}^k} P_{ik}(\|r_{jk}\|, m_{ni}^{*k}) \cdot V_{ik}^*(m_{ni}^{*k}) = \max_{r_{jk}} \sum_{k=1}^{K_1} \lambda_k \sum_{i=1}^{I_k} \gamma_{ik} P_{ik}^{КГВ}(\|r_{ik}\|, m_{ni}^{*k}), \quad (6)$$

при ограничениях
$$\sum_{k=1}^{K_1} r_{jk} = R_j; \quad j = 1, \dots, J; \quad r_{jk} = 0, 1, 2, \dots, R_j; \quad K_1 = 3. \quad (7)$$

В принципе при решении задачи (6), (7) кроме определения способов применения КГВ для обеспечения конкурентоспособного функционирования каждой подсистемы (комплекса) СЭО, необходимо определить способы использования j -ых СГВ при обеспечении эффективного применения каждого i -го ($i=1, 2, 3$, соответственно) типа элемента – или некоторый план назначения $\|r_{jk}^i\|_I$, для $j = 1, \dots, J; \quad k = 1, \dots, K_1$.

Задача (6), (7) является оптимизационной нелинейной задачей целочисленного программирования с экстремальными переменными, для решения которой возможно применение приближенных комбинаторных методов, алгоритмы которых строятся на максимальном учете специфики конкретной задачи. Рассматриваемая задача, как задача оптимального управления (назначения), более всего относится к классу задач дискретной оптимизации, использующих для решения методы последовательного назначения единиц ресурса [1] и ветвей и границ [2]. Данные методы реализуют последовательный алгоритм определения оптимального решения на основе ветвления (построения дерева решений) или разбиения всего множества решений по распределению дискретного ресурса элементов ИВ на подмножества в соответствии с выбранным признаком (показателем) и определение нижних (верхних) оценок на каждом шаге ветвления.

С учетом (5) для заданного распределения числа ИЭ/ИОЭ для выполнения m_{ni}^{*k} задач выражения (3), (4) можно представить в виде:

В данном случае под множеством решений понимается множество возможных планов распределения $\|r_{jk}^i\|$ с учетом возможных оценок влияния плана распределения ресурса средств j -го типа КГВ на эффективность каждого i -го типа элементов, входящих в состав подсистемы (комплекса) с номером $k = 1, \dots, K_1$.

Дерево ветвления строится следующим образом. Подмножество первого шага (уровня) разбиения формируется, фиксируя назначение СГВ всех типов (j -е, $j = 1, \dots, J$) для обеспечения эффективного применения элементов первого типа ($i=1$) – $\bar{r}_k^1 = (r_1^1, \dots, r_j^1, \dots, r_J^1)$ при ограничивающем условии $r_{jk}^1 \leq R_{jk}^1, \quad j = 1, \dots, J$.

Подмножество $\bar{r}^1$ включает все возможные планы распределения j -ых типов СГВ при обеспечении применения $i=1$ типа элементов. Аналогично подмножество второго шага (уровня) формируется, исходя из цели эффективного применения элементов второго ($i=2$ – $\bar{r}^2 = (r_1^2, \dots, r_j^2, \dots, r_J^2)$ при ограничивающем условии $r_j^2 \leq R_j^2, \quad j = 1, \dots, J$ и с учетом оптимального плана распределения СГВ j -ых, $j = 1, \dots, J$ типов для обеспечения эффективного применения $i=1$ типа элементов. И так далее для подмножеств всех i -ых типов элементов.

Для каждого из подмножеств строятся оценки целевых функций:

а) для первого шага ($i=1$):

$$V_1(\bar{r}_{ok}^1) = \max_{\bar{r}_k^1} \sum_{k=1}^3 \lambda_k [\gamma_{1k} P_{1k}^{КГВ}(\bar{r}_k^1, m_{n1}^{*k}) + \gamma_{2k} P_{2k}^{КГВ}(\bar{r}_k^{*2}, m_{n2}^k) + \gamma_{3k} P_{3k}^{КГВ}(\bar{r}_k^{*3}, m_{n3}^k)] \quad (8)$$

при ограничениях: $r_{jk}^1 \leq R_{jk}^1; \quad r_{jk}^1 = 0, 1, 2, \dots; \quad \text{заданы:} \quad \bar{r}_k^2 = \bar{r}_r^{*2}, \quad \bar{r}_k^3 = \bar{r}_r^{*3}; \quad m_{ni}^{*k}; \quad (9)$

б) для второго шага ($i=2$):

$$V_2(\bar{r}_{ok}^2) = \max_{\bar{r}_k^2} \sum_{k=1}^3 \lambda_k [\gamma_{1k} P_{1k}^{КГВ}(\bar{r}_k^1, m_{n1}^{*k}) + \gamma_{2k} P_{2k}^{КГВ}(\bar{r}_k^2, m_{n2}^{*k}) + \gamma_{3k} P_{3k}^{КГВ}(\bar{r}_k^{*3}, m_{n3}^{*k})] \quad (10)$$

при ограничениях: $r_{jk}^2 \leq R_{jk}^2; \quad r_{jk}^2 = 0, 1, 2, \dots; \quad \text{заданы:} \quad \bar{r}_k^3 = \bar{r}_r^{*3}, \quad \bar{r}_k^3 = \bar{r}_r^{*3}; \quad m_{ni}^{*k}; \quad (11)$

в) для третьего шага ($i=3$):

$$V_3(\bar{r}_{ok}^3) = \max_{\bar{r}_k^3} \sum_{k=1}^3 \lambda_k [\gamma_{1k} P_{1k}^{KTB}(\bar{r}_k^1, m_{n1}^{*k}) + \gamma_{2k} P_{2k}^{KTB}(\bar{r}_k^2, m_{n2}^{*k}) + \gamma_{3k} P_{3k}^{KTB}(\bar{r}_k^3, m_{n3}^{*k})] \quad (12)$$

при ограничениях: $r_{jk}^3 \leq R_{jk}^3$; $r_{jk}^3 = 0, 1, 2, \dots$; $j = 1, \dots, J$; заданы: m_{ni}^{*k} . (13)

Из выражений (8)-(13) следует, что для каждого $i = 1, \dots, I_k$, $k = 1, \dots, K_1$:

$$V_i(\bar{r}_{ok}^i) = \max_{\bar{r}_k^i} [\sum_{k=1}^{K_1} \lambda_k \gamma_{ik} P_{ik}^{KTB}(\bar{r}_k^i, m_{ni}^{*k})] = \max_{\bar{r}_k^i} \sum_{k=1}^{K_1} \lambda_k \gamma_{ik} \max_{\bar{r}_k^i} [P_{ik}^{KTB}(\bar{r}_k^i, m_{ni}^{*k})] \quad (14)$$

при ограничениях

$$r_{jk}^i \leq R_{jk}^i; \quad r_{jk}^i = 0, 1, 2, \dots; \quad \sum_{i=1}^I r_{jk}^i \leq R_{jk};$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^{K_1} r_{jk}^i = K_1. \quad (15)$$

В заключение следует отметить, что в условиях возрастания конкуренции на рынке товаров/услуг возрастает роль и значение методов и средств индивидуального и группового ИВ для обеспечения конкурентоспособного (с заданной эффективностью) применения различного типа СЭО. Предложенный в статье подход к синтезу СУ функционированием СЭО позволяет в аналитическом виде методами последовательного назначения единиц ресурса, ветвей и границ определить оптимальные планы назначения и способы применения индивидуальных и групповых средств ИВ.

Результаты этих решений могут использоваться в задачах технико-экономического обоснования оптимальных составов и способов применения индивидуальных и групповых средств ИВ при реализации стратегий управления, а также при обосновании основных требований к системе управления различного типа СЭО, реализующих эти способы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ковалев, М.М. Дискретная оптимизация. Целочисленное программирование [Текст] / М.М. Ковалев. – Минск: Изд-во Белорусского университета, 1977.

2 Денисов, А.А. Теория больших систем [Текст] / А.А. Денисов, Д.Н. Колесников. – Л.: Энергоиздат, 1982.

REFERENCES

1 Kovalev, M.M. Discrete optimization. Integer programming [Text] / M.M. Kovalev. - Minsk: Publisher of Belarusian University, 1977.

2 Denisov, A.A. The theory of large systems [Text] / A.A. Denisov, D.N. Kolesnikov. - L.: Energoizdat, 1982.

Соискатель Е.А. Титова

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра теории, экономики товароведения и торговли.
тел. 8(473)255-63-47

Особенности использования инструментов системы контроллинга на предприятиях пищевой промышленности

В статье рассмотрены особенности использования инструментов системы контроллинга на предприятиях пищевой промышленности. Раскрывается сущность и экономическое содержание инструментов контроллинга. Представлен анализ точки безубыточности, определяющей максимальное количество выпускаемой продукции для достижения безубыточной работы предприятия пищевой промышленности. Описан инструмент контроллинга – бюджетирование как объективная основа для оценки результатов деятельности предприятия пищевой промышленности в целом, и его отдельных структурных подразделений. Раскрывается сущность финансового бюджета и его использование для прогноза будущих финансовых результатов

The article considers the peculiarities of using the instruments of controlling system in the enterprises of food industry. The article reveals the essence and economic maintenance of instruments controlling. Presents the analysis of break-even point, defines the maximum number of products to achieve the break-even enterprises of food industry. Describes controlling tool - budgeting as an objective basis for assessing the results of the food industry in general and its separate structural subdivisions. The essence of the fiscal budget and its use for forecasting future financial results is revealed.

Ключевые слова: контроллинг, бюджетирование, финансовый бюджет, управление затратами, анализ точки безубыточности.

На современном этапе экономического развития, усиления и обострения конкуренции менеджеры вынуждены искать инструменты управления производственно-коммерческой деятельностью. Среди последних эффективных достижений менеджмента выделяется контроллинг, который занимает особое место в управлении затратами промышленного предприятия, что подтверждается многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных ученых [2].

Контроллинг – это система постоянной оценки всех сторон деятельности предприятия, его подразделений, руководителей, сотрудников с точки зрения своевременного и качественного выполнения заданий стратегического плана, выявления отклонений и принятия безотлагательных, энергичных действий, чтобы намеченные рубежи были достигнуты при любых изменениях хозяйственной ситуации [4].

В настоящее время выделяют оперативный и стратегический контроллинг. Одним из инструментов оперативного контроллинга является бюджетирование. Бюджетирование – это процесс, который выполняет ряд управленческих функций: планирование, учет, контроль. Целью бюджетирования является составление операционного и финансового

бюджетов. В оперативном контроллинге особое внимание уделяется формированию финансового бюджета предприятия пищевой промышленности, так как финансовый бюджет представляет собой прогноз будущих финансовых результатов.

Бюджет является:

- финансовым планом предприятия пищевой промышленности;
- основой для принятия управленческих решений, которые направлены на единую систему бюджетного управления предприятием;
- по результатам выполнения бюджета составляется финансовая и управленческая отчетность.

Анализ научных работ отечественных и зарубежных ученых [1], позволил выделить определенные достоинства использования системы бюджетирования для предприятий пищевой промышленности.

1. Планирование, которое может быть как оперативным, так и стратегическим, оказывает помощь в осуществлении контроля производственной ситуации в текущем режиме. Если руководство предприятия пищевой промышленности не имеет плана, то оно только реагирует на обстоятельства, вместо контроля над этой ситуацией.

2. Интегрированный бюджет позволяет повысить эффективность распределения и использования ресурсов предприятия.

3. Бюджет является основополагающей частью управленческого контроля. Он создает объективную основу для оценки результатов деятельности предприятия пищевой промышленности в целом и его отдельных структурных подразделений.

4. Координация деятельности предприятия пищевой промышленности и его структурных подразделений осуществляется посредством составления и соблюдения бюджета. Бюджет дисциплинирует и призывает руководителей различных центров ответственности развиваться в концепции предприятия.

5. Основой выполнения плана центрами финансовой ответственности является бюджет. Также оценке подвергаются и руководители центров ответственности, эффективность их работы оценивается по результатам выполнения бюджета, а это, в свою очередь, повышает объективность и мотивацию принятия управленческих решений.

6. Грамотно и тщательно продуманный бюджет и текущий контроль его выполнения дают возможность принимать управленческие решения в различных аспектах деятельности организации: ценообразовании, анализе безубыточности производства, планировании ассортимента продукции, организации инновационной деятельности и т.д.

Главный (сводный) бюджет предприятия состоит из двух частей финансового и операционного бюджетов. Отчет о финансовых результатах нужен для оценки рентабельности деятельности предприятий пищевой промышленности. Финансовый бюджет имеет три компонента:

- отчет о финансовых результатах;
- отчет о движении денежных средств;
- прогнозный бухгалтерский баланс.

Основным моментом в отчете о финансовых результатах является деление затрат на постоянные и переменные. Это разделение характеризует результаты деятельности предприятия пищевой промышленности при изменении объема производства.

При планировании обязательно предусматривается, что деятельность предприятия должна быть прибыльной, так как это является залогом положительного остатка в отчете о движении денежных средств.

Отчет о движении денежных средств необходим для обеспечения платежеспособности предприятий пищевой промышленности. Под платежеспособностью мы понимаем способность предприятия своевременно в полном объеме выполнять денежные обязательства.

Прогнозный бухгалтерский баланс в общем виде представляет собой активы и пассивы предприятия. При этом он является основным инструментом управления этими активами и пассивами. Для предприятий пищевой промышленности основными проблемами являются недостаточная оборачиваемость капитала и оптимизация источников финансирования.

Общеметодологический прогнозный баланс рассчитывается на основе отчета о финансовых результатах и отчета о движении денежных средств.

Если предприятие пищевой промышленности планирует только один компонент финансового бюджета – отчет о движении денежных средств, при анализе оперативного контроллинга следует рассматривать некоторые понятия: рентабельность, оборачиваемость, маржинальная прибыль и т.д. То есть получается, что основные неразрешенные вопросы лежат в плоскости решения задач текущей платежеспособности, что не позволяет дать оценку деятельности предприятия в целом.

Наиболее распространенными подходами к комплексной оценке финансовой устойчивости организации являются методы:

- эффективности производственно-хозяйственной деятельности на основе обобщающего показателя уровня эффективности по формуле средних арифметических индексов целевых элементов матрицы;
- рейтинговой оценки финансовой устойчивости;
- балльной оценки финансового состояния [5].

При разработке финансового бюджета, при краткосрочном планировании, следует планировать отдельно поступление и расходование денежных средств по всем видам деятельности и товарообменных операций.

В научной литературе встречаются различные подходы к процессу бюджетирования на предприятии пищевой промышленности. Между ними существует много схожего, но также существуют и различия. По нашему мнению, оптимальным является вариант формирования оперативного плана, представленный на рисунке 1 [7].

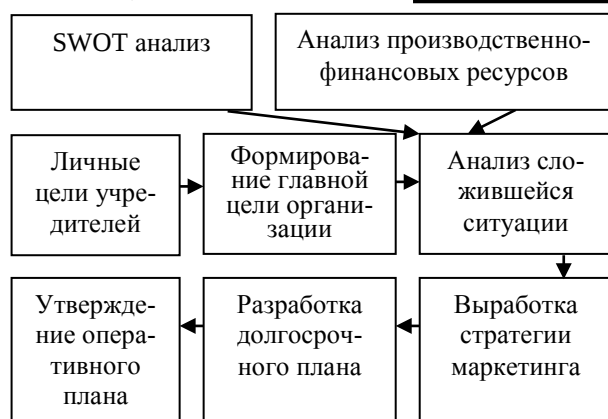


Рисунок 1 - Формирование оперативного плана

Рассматривая основные инструменты контроллинга, нельзя не сказать о системе управления затратами. Планирование затрат на производство является одной из главных составляющих процесса формирования финансового бюджета. Управление затратами предполагает деление текущих затрат на три вида:

1) прямые производственные затраты, они связаны с процессом производства, и напрямую с изготовлением продукции определенного вида, зависят от особенностей заказа и максимальной загрузки оборудования;

2) затраты на подготовку производства, которые нельзя отнести на определенный вид продукции, но можно учитывать по группам изделий или другому критерию;

3) затраты на подготовку и организацию производства, которые являются условно-постоянными, нераспределенными по видам продукции или видам деятельности.

Т а б л и ц а 1

Различия системы управления затратами от контроллинга

Основные черты систем	Управление затратами	Контроллинг
Объект	Центры ответственности	Система управления
Цель	Снижение затрат	Улучшение качества управленческих решений
Ресурсы	Материалы, капитал, труд	Информационные, математические, организационные ресурсы
Результат	Величина затрат	Максимизация прибыли
Количественный показатель	Экономические показатели	Качество принимаемых управленческих решений

Применение системы управления затратами как части оперативного контроллинга при реализации бюджетирования дает возможность детально и рационально распределять ресурсы при формировании себестоимости.

Сравнительный анализ системы управления затратами и контроллинга (таблица 1) позволяет сделать вывод об особенностях рассматриваемых систем.

На наш взгляд, система управления затратами направлена на экономию затрат с количественной точки зрения, а контроллинг направлен на улучшение качественной стороны процесса производства продукции на предприятиях пищевой промышленности.

При составлении плана затрат на предполагаемый выпуск продукции, опираясь на систему управления затратами, часто используют показатель безубыточности. Для расчета безубыточности производства используются постоянные и переменные затраты. Такие статьи как амортизация основных фондов, расходы на обслуживание и рекламу не зависят от объема выпуска продукции и поэтому считаются постоянными. Переменные затраты состоят из: материалов, оплаты труда работников и т.д., они зависят от объема выпуска продукции. При этом общие затраты за год будут иметь вид:

$$TC(q) = FC + VC(q), \quad (1)$$

где $TC(q)$ – полные затраты; FC – постоянные затраты; $VC(q)$ – переменные затраты.

Зависимость постоянных и переменных затрат от объема выпуска при фиксированной цене товара можно отобразить графически (рисунок 2).

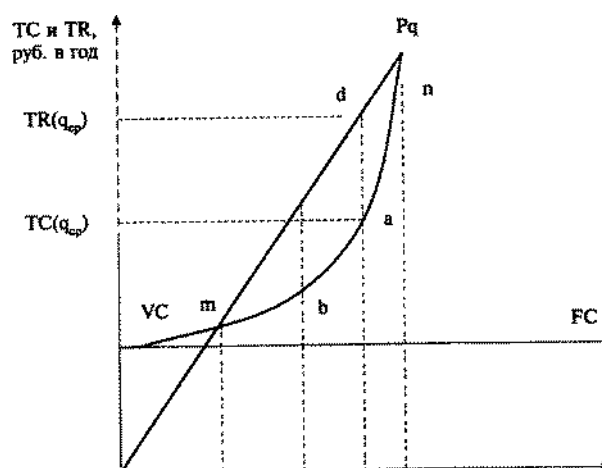


Рисунок 2 - Зависимость постоянных и переменных затрат от объема выпуска продукции

В графическом изображении объем производства товара, который обеспечивает максимальную прибыль, показан отрезком da.

При планировании прибыли важно определить максимальное количество выпускаемой продукции для достижения безубыточной работы предприятия пищевой промышленности.

Для расчета цены на основе безубыточности можно использовать формулу безубыточности [6]:

$$\Pi * K_{\text{прод}} = (I_{\text{пост}} + I_{\text{пер}} * K_{\text{прод}}) + \Pi, \quad (2)$$

где Π – цена единицы продукции; $K_{\text{прод}}$ – количество продукции; $I_{\text{пост}}$ – постоянные издержки; $I_{\text{пер}}$ – переменные издержки; Π – прибыль.

Если прибыль равна 0, то, исходя из приведенной выше формулы, для обеспечения безубыточности продаж необходимо рассчитать минимальный объем реализованной продукции по следующей формуле:

$$K_{\text{прод}} = I_{\text{пост}} / \Pi - I_{\text{пер}} \quad (3)$$

На основе анализа затрат, выраженных в денежном эквиваленте по статьям калькуляции, можно сделать выводы об изменении себестоимости производимой продукции. По полученным данным о себестоимости необходимо разработать план по снижению затрат, в котором следует учесть сильные и слабые стороны конкурентов, возможности расчета необходимого объема выпуска продукции и увеличения прибыли в сложившихся условиях производства.

При детальном планировании, постоянном контроле и ограничении затрат не всегда получается достичь планируемого результата. По нашему мнению, выполнение плана в стоимостном выражении может сопровождаться его невыполнением в трудовом выражении, то есть изменения среднесписочной численности, производительности труда, оплаты труда персонала и т.д. На невыполнение могут повлиять как внутренние, так и внешние факторы. Внутренние факторы: возможности проектирования новых продуктов, уровень технологий, которыми располагает предприятие, уровень производственных мощностей, отсутствие необходимых материалов (или средств для их приобретения).

Внешние факторы: уровень спроса на производимую предприятием продукцию и степень его сезонных колебаний, эластичность спроса (зависимость спроса от уровня цен), платежеспособность покупателей и динамика ее изменений,

сложившаяся доля предприятия на данном рынке, общая экономическая ситуация в стране.

Аналитику необходимо выявить причины изменения плана [3].

1. Неполный анализ состояния и обоснование требований к плану в настоящее время не позволяют выявить все проблемы, так как при анализе выделяют небольшое число результатов на выходе, недостижение которых рассматривается в качестве наиболее значимых проблем, правильно и грамотно определить потребности в изменении состояния и подготовить необходимую информацию для принятия управленческих решения.

2. Некорректно определены цели плана. В принципе цели определены, но они не обоснованы или не отражены документально, так как одна из проблем при постановке примерных целей состоит в том, что сотрудники могут даже не предпринимать никаких усилий по их достижению, поскольку цели кажутся им нереальными и необоснованными. Следует при этом проверить:

- На каких данных базируется определение цели?
- Какую пользу принесет достижение цели?
- Какие сроки и затраты следует планировать?

Таким образом, цели должны быть четко сформулированы, результаты их достижения измеримы, а поставленные цели достигнуты.

3. Чаще всего вместо поиска альтернативных решений руководство предприятия постоянно использует один и тот же способ.

Для эффективной организации контроллинга в практической деятельности предприятий пищевой промышленности надо реализовывать стратегический и оперативный контроллинг, которые тесно взаимосвязаны.

Отдел контроллинга берет на себя контрольные функции за выполнением бюджетов, при этом он также является организатором, который осуществляет связь руководства предприятия и подразделения, ответственного за разработку стратегических и оперативных планов.

В сложившейся экономической ситуации оперативный контроллинг не может опираться только на данные бухгалтерского финансового учета, поскольку цель и данные учета ориентированы на внешнего пользователя и учет ведется по нормативным документам, утвержденным государственными органами. В учете не рассмотрены и не находят отражения все категории экономических понятий предприятия, которые необходимы для оценки затрат и финан-

совых результатов. К данным категориям можно отнести все группы калькуляционных затрат, приведённые стоимости и т.д. Для достижения целей оперативного контроллинга на предприятиях следует вести планирование и бюджетирование затрат.

Таким образом, контроллинг на предприятиях пищевой промышленности реализуется с помощью следующих инструментов:

- бюджетирования, целью которого является составление финансового бюджета, представляющего собой прогноз будущих финансовых результатов;

- управления затратами, позволяющего детально и рационально распределить ресурсы при формировании себестоимости;

- анализа точки безубыточности, используемого для определения максимального количества выпускаемой продукции для достижения безубыточной работы предприятия.

Посредством вышеназванных инструментов система контроллинга позволяет планировать, прогнозировать и управлять производственной деятельностью предприятий пищевой промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Акофф, Р.Л. Планирование будущего корпорации [Текст] / Р.Л. Акофф. - М.: Сирин: МТ Пресс, 2002. - 256 с.

2 Воронин, В.П. Классификация затрат по решению контроллинговых задач [Текст] / В.П. Воронин, П.В. Самойлов, Л.В. Смачкова // Управление персоналом. - 2009. - № 14. - С. 60-61.

3 Деловое планирование: методы, организация, современная практика [Текст]: учебное пособие / под ред. В.М. Попова. - М.: Финансы и статистика, 2005. - 456 с.

4 Кураков, Л.П. Экономика и право: Словарь-справочник [Текст] / Л.П. Кураков, В.Л. Кураков, А.Л. Кураков. - М.: Вуз и школа, 2004. - 1072 с.

5 Подмолодина, И.М. Подходы к оценке экономической безопасности предприятия [Текст] / И.М. Подмолодина, В.П. Воронин, Е.М. Коновалова // Вестник ВГУИТ. - 2012. - №4. - С. 156 - 161.

6 Сергеев, А.А. Экономические основы бизнес-планирования [Текст] / А.А. Сергеев. - М.: Изд-во ЮНИТИ-ДАНА, 2006. - 421 с.

7 Уткин, Э.А.. Бизнес-план. Как развернуть собственное дело [Текст] / Э.А. Уткин, А.И. Кочеткова. - М.: Тандем, 2001. - 440 с.

REFERENCES

1 Ackoff, R.L. Planning for the future corporation [Text] / R.L. Ackoff. - M.: Sirin: MT Press, 2002. - 256 p.

2. Voronin, V.P. Classification cost controlling areas to address problems [Text] / V.P. Voronin, P.V. Samoilov, L.V. Smarchkova // Personnel Management. - 2009. - № 14. - P. 60-61.

3 Business planning: methods, organization, contemporary practice [Text]: tutorial / ed. by V.M. Popov. - M: Finance and statistics, 2005. - 456 p.

4 Kurakov, L.P. Law and Economics: Glossary directory [Text] / L.P. Kurakov, V.L. Kurakov, A.L. Kurakov. - M: University and school, 2004. - 1072 p.

5 Podmolodina, I.M. Approaches to estimation of economic safety of the enterprise [Text] / I.M. Podmolodina, V.P. Voronin, E.M. Konovalova // Bulletin of VSUET. - 2012. - №4. - P. 156 - 161.

6 Sergeev, A.A. Economic fundamentals of business planning [Text] / A.A. Sergeev. - M.: Publishing House UNITY-DANA, 2006. - 421 p.

7 Utkin, EA. Business plan. How to deploy their own business [Text] / E.A. Utkin, A.I. Kochetycova. - M.: Tandem, 2001. - 440 p.

Аспирант М.А. Казарян

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, тел (473) 255-27-10

Развитие свеклосахарного подкомплекса на основе инновационных процессов

В статье поднимаются проблемы развития рынка сахара в России. Рассмотрена ситуация в ЦФО — крупнейшем российском регионе по производству фабричной сахарной свеклы. Выделены сильные и слабые стороны процессов, происходящих в этой сфере, предложены направления развития совершенствование инновационной деятельности АПК.

In the paper the problems of development of sugar market in Russia are raised. The situation in the CFO (the largest Russian region for the production of sugar beet factory) is considered. The strengths and weaknesses of the processes occurring in this area are highlighted, the directions of development of the improvement of innovation activity AIC are proposed.

Ключевые слова, свеклосахарный подкомплекс, инновации АПК, стабильность сахарного производства, специфика инновационной деятельности в свеклосахарном производстве

Инновации, применительно к АПК, это конечный результат инновационного процесса, выраженный в технико-технологических, организационно-экономических, социальных и экологических нововведениях, обеспечивающих удовлетворение потребностей и повышение эффективности производства.

Под инновационной деятельностью в АПК следует понимать совокупность последовательно осуществляемых действий по поиску, реализации и адаптации инноваций в целях повышения качества и расширения ассортимента продукции, совершенствования технологий и организации производства на основе использования результатов научных исследований и разработок или накопленного передового производственного опыта.

Инновационное развитие свеклосахарного подкомплекса должно базироваться

на комплексном использовании всех факторов производства как важнейшем условии повышения эффективности производства.

До 50 % объема производства сахара идет на производство сахаристых изделий. На втором месте стоит молочная промышленность со среднегодовым потреблением сахара 220-240 тыс. т. Крупный потребитель сахара - хлебопекарная промышленность (130-135 тыс. т сахара в год). Потребности плодоовощной промышленности в сахаре составляют 180-187 тыс. т. Небольшие объемы сахара используются в ликероводочной и винодельческой промышленности, а также при производстве безалкогольных напитков.

Промышленной выработкой сахара из сахарной свеклы занимается только 28 регионов страны, большинство из которых вывозит сахар в другие субъекты России (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Производство сахара из сахарной свеклы в среднем в Центральном федеральном округе, тыс. т

Субъект РФ	Годы							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Белгородская область	254,7	341,9	348,2	373,9	366,0	217,0	524,0	454,0
Брянская область	16,5	14,0	14,2	15,3	15,0	8,0	20,8	18,6
Воронежская область	285,0	345,8	355,3	381,5	432,0	214,0	541,1	510,6
Курская область	151,0	303	299	296	344,0	257,0	437,3	482,8
Липецкая область	251,1	268,3	271,8	297,6	303,0	219,0	398,3	410,5
Орловская область	111,5	124,5	126,1	154,5	141,0	149,0	184,5	267,0
Рязанская область	15,1	21,0	21,3	22,5	22,0	15,2	26,0	21,4
Тамбовская область	262,9	317,4	321,5	345,3	359,0	227,0	471,2	395,1
Тульская область	28,9	17,5	19,1	21,0	-	-	-	30,0
ВСЕГО:	1376,7	1753,4	1776,5	1907,6	1982	1306,2	2603,2	2590,0

Источник: [3, 4]

© Казарян М.А., 2013

Основными вывозящими регионами являются Краснодарский край, Белгородская, Воронежская и Тамбовская области.

Сырье для производства сахара дает сахарная свекла — единственная культура, используемая в России в этом качестве.

Т а б л и ц а 2

Посевные площади сахарной свеклы (фабричной) по субъектам Российской Федерации, тысяч гектар

Наименование	Годы							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Центральный федеральный округ	392,9	509,7	544,1	417,8	440,4	620,0	702,2	628,2
Белгородская область	83,8	99,0	106,8	75,9	85,1	105,6	108,3	103,2
Брянская область	3,5	3,4	3,3	3,6	3,8	3,7	3,9	4,4
Воронежская область	110,1	147,6	135,0	97,3	106,4	167,1	191,4	148,9
Курская область	56,3	70,8	89,8	76,2	74,0	99,5	109,9	112,0
Липецкая область	46,3	58,8	59,6	50,4	54,8	78,0	89,2	84,1
Орловская область	15,2	19,6	33,1	26,2	28,1	32,3	41,9	45,2
Рязанская область	8,6	11,6	12,0	8,7	9,7	14,9	17,5	13,5
Тамбовская область	61,1	90,0	93,8	70,2	74,6	109,1	128,6	110,8
Тульская область	8,0	9,0	10,7	9,5	3,8	9,8	11,6	6,1

Источник: [3, 4]

Т а б л и ц а 3

Урожайность сахарной свеклы (фабричной) по субъектам Российской Федерации, центнер с одного гектара убранной площади

Наименование	Годы							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Центральный федеральный округ	293	344	322	375	324	204	407	431
Белгородская область	311	322	319	354	284	181	407	424
Брянская область	244	338	382	392	412	300	363	430
Воронежская область	281	318	296	363	294	179	382	438
Курская область	253	366	343	396	391	228	414	426
Липецкая область	374	416	388	386	340	218	406	490
Орловская область	253	367	314	353	300	272	419	406
Рязанская область	291	345	312	415	413	232	389	421
Тамбовская область	274	339	304	395	327	196	437	397
Тульская область	276	369	275	314	363	231	470	461

Источник: [3, 4]

Специфика инновационной деятельности в свеклосахарном производстве обусловливается особенностями сельского хозяйства как отрасли.

В свеклосахарном производстве инновационная деятельность должна быть направлена на увеличение объемов производства продукции, повышение ее качества и конкурентоспособности путем роста урожайности, экономии материальных и трудовых ресурсов, совершенствования организационных форм ведения отрасли, повышения плодородия почвы, сохранения природной среды и улучшения ее экологии.

В Воронежской области работают 9 высокотехнологизированных сахарных заводов для пере-

работки сахарной свеклы с суммарной мощностью 38450 тыс. т свеклы в сутки, на которых 25% сахара, производимого в ЦФО РФ (таблица 4).

Мероприятия, направленные на повышение уровня стабильности сахарного производства намечены в документах «Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года» [1] и отраслевой целевой программе «Развитие свеклосахарного подкомплекса России на 2013-2015 годы».

Производственная мощность сахарных заводов ЦФО РФ

Область	Наименование завода	Мощность, т/сут	Суммарная мощность, т/сут
Белгородская область	Алексеевский сахарный завод	4100	32270
	Сахарный комбинат Большевик	3200	
	Валуйский сахарный завод	4800	
	Волоконовский сахарный завод	5000	
	Дмитротарановский сахарный завод	4200	
	Краснояржский сахарный завод	2920	
	Ржевский сахарный завод	3250	
	Чернянский сахарный завод	4800	
Брянская область	Лопандинский сахарный завод	1750	1750
Воронежская область	Грибановский сахарный завод	3000	38450
	Елань-Коленовский сахарный завод	7800	
	Калачеевский сахарный завод	3300	
	Лискинский сахарный завод	4500	
	Ольховатский сахарный завод	8400	
	Перелешинский сахарный завод	3000	
	Садовский сахарный завод	2250	
	Хохольский сахарный завод	2900	
	Эртильский сахарный завод	3300	
Курская область	Коммунарский сахарный завод	2050	27350
	Золотухинский сахарный завод	5400	
	Кривецкий сахарный завод	3200	
	Кшенский сахарный завод	4500	
	Льговский сахарный завод	2300	
	Олымский сахарный завод	2850	
	Рыльский сахарный завод	2450	
	Сахарный завод Коллективист	2100	
	Тёткинский сахарный завод	2500	
Липецкая область	Боринский сахарный завод	1250	22170
	Грязинский сахарный завод	2500	
	Добринский сахарный завод	8300	
	Елецкий сахарный завод	5500	
	Лебедянский сахарный завод	2820	
	Хмелинецкий сахарный завод	1800	
Орловская область	Залегощенский сахарный завод	2000	15200
	Колпнянский сахарный завод	5500	
	Ливенский сахарный завод	2200	
	Отрадинский сахарный завод	5500	
Рязанская область	Сотницинский сахарный завод	1850	1850
Тамбовская область	Жердевский сахарный завод	3800	25500
	Знаменский сахарный завод	6200	
	Кирсановский сахарный завод	4300	
	Никифоровский сахарный завод	7000	
	Уваровский сахарный завод	4200	
Тульская область	Товарковский сахарный завод	3000	3000

В соответствии с правительственными документами цели развития отрасли предусматривают:

- обеспечение продовольственной безопасности в отношении сахара;
- повышение эффективности производства и роста конкурентоспособности сахарной промышленности.

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи:

- строительство 6 сахарных заводов общей перерабатывающей мощностью 49 тыс. тонн в сутки в Ростовской, Курской, Тамбовской, Липецкой, Рязанской областях и в Ставропольском крае, а также реконструкция и техническое перевооружение са-

харных заводов на основе инновационных технологий и современного ресурсосберегающего оборудования и доведения общего уровня производственных мощностей до 406 тыс. тонн переработки свеклы в сутки;

- уменьшение энерго- и водопотребления, снижение расходов условного топлива до 4,2 процента к массе свеклы, в том числе за счет введения в эксплуатацию установок по выработке биогаза на основе использования отходов свеклосахарного производства;

- внедрение современных технологий по глубокой переработке побочной продукции сахарного производства с целью повышения эффективности ее утилизации и производства импортозамещающей продукции - аминокислот и пектина;

- строительство новых, реконструкция и модернизация действующих объектов хранения готовой и побочной продукции сахарного производства, обеспечивающие прирост мощностей по хранению не менее 600 тыс. тонн сахара, 500 тыс. тонн сушеного жома и 400 тыс. тонн свекловичной мелассы;

- рост внутреннего потребления свекловичного сушеного жома и мелассы, являющихся ценными кормовыми добавками для животноводства, основой для производства хлебопекарных дрожжей,

- производство лимонной кислоты, а также сырья для производства продукции в пищевой и перерабатывающей, химической и фармацевтической отраслях;

- принятие мер по стимулированию экспорта основной и побочной продукции сахарного производства.

Опережающее развитие сырьевой базы по отношению к приросту производственных мощностей в свеклосахарном подкомплексе уже в ближайшей перспективе может стать ограничивающим фактором увеличения объемов сахара из сахарной свеклы. Реализация Стратегии на среднесрочную перспективу (2013-2016 годы) предусматривает строительство 5 сахарных заводов, а также реконструкцию 32 сахарных заводов.

Общий объем инвестиций составит 75300 млн. рублей, из них собственные средства организаций - 22590 млн рублей, заемные средства - 52710 млн рублей.

Проведение модернизации сахарной промышленности позволит увеличить производство сахара, вовлечь в хозяйственный оборот вторичные ресурсы для создания кормовой базы животноводства, снизить удельный расход энергоресурсов на переработку 1 тонны сахарной свеклы до 4,2 процента условного топлива. В результате, к концу 2016 года будет обеспечено доведение объемов производства сахара из российского сырья – сахарной свеклы до 4,7 млн тонн.

Успешная реализация поставленных в Стратегии задач зависит от обеспечения устойчивого развития пищевой и перерабатывающей промышленности на основе наукоемких подходов и инновационных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1 Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 апреля 2012 г. № 559-р).

2 Интернет-издание журнала «Сахар» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sugarinfo.ru/nuke/index.php>. – Загл. с экрана.

3 Рынок сахара в России и мире (обзор за 7-11 октября 2013 года) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agrobeltarus.ru/content/rynok-sahara-v-rossii-i-mire-obzor-za-7-11-oktyabrya-2013-goda>. – Загл. с экрана.

4 Импорт сахара может удвоиться [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eg-online.ru/article/220667/>. – Загл. с экрана.

REFERENCES

1 Strategy for the development of food processing industry of the Russian Federation for the period until 2020 (approved by the Federal Government on April 17, 2012 № 559- p).

2 Online edition of the journal "Sugar" [Electronic resource]. - Access mode: <http://sugarinfo.ru/nuke/index.php>. - Title screen.

3 Sugar market in Russia and in the world (review for 7-11 October 2013) [Electronic resource]. - Access mode: <http://agrobeltarus.ru/content/rynok-sahara-v-rossii-i-mire-obzor-za-7-11-oktyabrya-2013-goda>. - Title screen.

4 Sugar imports could double [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.eg-online.ru/article/220667/>. - Title screen.

Заведующая кафедрой Н.М. Кобзева

(Липецкий филиал Института менеджмента, маркетинга и финансов),
кафедра менеджмента, тел. 8 (4742) 43-13-26

Феномен сопротивления изменениям: сущность, виды и формы проявления

В статье рассмотрена сущность феномена сопротивления изменениям. Дано авторское определение термина «сопротивление изменениям». Проведен анализ существующих подходов к изучению сопротивления изменениям. Описаны причины возникновения сопротивления изменениям в организациях. Предложена обобщающая классификация видов сопротивления изменениям.

The article describes the essence of the phenomenon of resistance to change. The author's definition of «resistance to change» is given. The existing approaches to the study of resistance to change are analyzed. Causes of resistance to change in organizations are described. Generalizing classification of resistance to change is proposed.

Ключевые слова: сопротивление изменениям, организационные изменения

Современные организации все чаще вынуждены осуществлять организационные изменения различной направленности и сложности в ответ на требования рынка. Организации должны меняться, адаптироваться и приспосабливаться к новым условиям, для того чтобы быть успешными и конкурентоспособными в острой конкурентной борьбе.

Одной из сложных проблем в процессе управления организационными изменениями¹ выступает сопротивление персонала предстоящим переменам.

В рамках данного исследования автор исходил из того, что термины организационные изменения и организационные преобразования являются синонимами, а категории адаптация, реорганизация, реформирование, реструктуризация и трансформация – отражают разновидности организационных инноваций, дифференцируемые по уровню их радикальности, сложности, длительности и другим параметрам [5, С. 19].

Сам термин «сопротивление» в «Толковом словаре русского языка» Ушакова Д.Н. (ushakov-online.ru) трактуется в одном из его существующих значений как «свойство, способность оказывать противодействие каким-нибудь воздействиям, изменениям». Сопротивление возникает в

различных системах – технических, электрических и других, и в том числе и в социально-экономических системах различного типа.

Понятие «сопротивление изменениям» в научное использование впервые ввел Курт. Согласно его теории, организационная система

находится в относительном равновесии до тех пор, пока не появилось значимое воздействие внешней среды (рынка). Оно вызывает отрицательные обратные связи, удерживающие систему в равновесии и препятствующие движению к намеченной цели.

Управление изменениями заключается в том, чтобы направить все имеющиеся энергии сопротивления в правильное русло – в сторону организационного развития. Понимание сопротивления как мобилизации энергий меняет характер взаимодействия между инициатором изменений и сопротивляющимся. Это уже не борьба, а выяснение различий в видении проблемы и использование этого анализа для последующей оптимизации системы.

Один из последователей взглядов К. Левина Алвин Зандер провел анализ индивидуальных причин и симптомов сопротивления изменениям. Им была взята за основу уже существующая к тому времени психоаналитическая теория сопротивления пациента воздействиям психотерапевта. Его практические рекомендации сводились к тому, что следует фиксировать симптомы или признаки сопротивления, однако бороться необходимо с его причинами.

¹ С более подробным анализом термина «организационные изменения», описанием их природы и сущности, а также сравнением их с взаимосвязанными категориями можно ознакомиться в ранее опубликованной статье: Кобзева Н.М. Сущность организационных изменений и их взаимосвязи с инновациями [Текст] / Н.М. Кобзева // Вестник ВГТА. – Воронеж: ВГТА. Серия «Экономика и управление». Выпуск 4. – 2011. С. 15 – 22.

В настоящее время в своих теоретических и практических исследованиях тематику сопротивления изменениям в организационных системах затрагивают такие авторы как И. Ансофф, О.С. Виханский, Х. Виссема, М. Деванна, Д.В. Ерохин, А.Т. Зуб, Н. Исаченко, А. Каммель, Дж. Коттер, А.В. Куликов, К. Левин, Ю.Н. Лапыгин, А.И. Наумов, А.И. Пригожин, Х.К. Рамперсад, Е.Н. Скляр, Н.Тичи, С.С. Фролов, Й. Хейнтце, Э.Хьюз, Г.В. Широкова, Л. Шлезингер, Д.В. Щербакова и многие другие. Современные исследователи приводят в своих публикациях различные определения термина «сопротивление изменениям». Приведем некоторые из них.

Под социальным сопротивлением (сопротивление организации нововведениям – по А.И. Пригожину) И. Ансофф понимает «многоликий феномен, вызывающий неожиданные отсрочки, непредусмотренные затраты и вносит нестабильность в процесс внедрения стратегических перемен. В процессе изменений появляются: отсрочки начала процесса изменений, непредвиденные задержки при реализации стратегии, замедляющие изменения и увеличивающие связанные с ними расходы, попытки саботировать изменения внутри организации или «утопить» их в потоке других первоочередных дел» [1].

В учебнике «Организационное поведение» под редакцией Г.Р. Латфуллина и О.Н. Громовой под сопротивлением изменениям понимаются любые поступки работников, направленные на дискредитацию или противодействие осуществлению перемен в организации [7]. Лапыгин Ю.Н. пишет о том, что сопротивление – это «проблемы, возникающие при проведении изменений как следствие непродуманных действий руководителей в отношении членов трудового коллектива» [6, С. 125].

Большинство авторов, изучающих рассматриваемый нами феномен, говорят о том, что сопротивление является обратной связью, ответной реакцией персонала (или отдельных сотрудников), возникающей в организации в ответ на предстоящие перемены. Конечно же, помимо сопротивления, реакцией сотрудников может быть и положительное отношение, полная поддержка нововведений или просто нейтральное отношение ко всему происходящему (особенно если преобразования непосредственно их не затрагивают).

В контексте данной научной статьи такие понятия как сопротивление изменениям, сопротивление организационным изменениям, организационное сопротивление, сопротивление персонала изменениям используются как синонимы.

Как показал проведенный автором анализ существующих определений термина «сопротивления изменениям», в целом они не проти-

воречат друг другу, а скорее дополняют. При этом исследователи имеют в виду различные типы сопротивления (например, возникающие в рамках стратегических изменений в организации).

Обобщение существующих дефиниций позволяет говорить о сопротивлении изменениям, как о явлении, обладающем следующими характеристиками:

1. Естественная и закономерная реакция персонала, возникающая в ответ на организационные изменения.

2. Способность противостоять (временно и полностью) внедрению преобразований в организации.

3. Негативная реакция персонала на перемены в организации, связанная, в том числе, и с ошибками управленцев.

4. Вызывают нестабильность и системе внутриорганизационных отношений.

5. Представляет собой проблемы, приводящие к увеличению затрат и количества используемых ресурсов организации, необходимых для внедрения нововведений.

Таким образом, получается, что для более широкого понимания сущности феномена сопротивления изменениям, требуется более общее определение, способное отражать различные его виды и формы его проявления, а также отражать указанные выше характерные черты.

В связи с этим, по мнению автора, **сопротивление изменениям** предлагается рассматривать как совокупность действий персонала, отражающих противодействие осуществлению организационных изменений и вносящих нестабильность, непредвиденные трудности, проблемы и затраты в процессы их внедрения.

Следовательно, можно сделать вывод о том, что сопротивление изменениям – это многогранное, сложное и многовариантное явление, возникающее в организационной системе в ответ на различные нововведения. Оно обладает различной амплитудой воздействия и внушительным многообразием форм своего существования и проявления.

Для более детального понимания сущности сопротивления изменениям предлагается разграничить такие понятия как содержание и процесс сопротивления изменениям.

Содержание сопротивления изменениям – это архитектура (структура) сопротивления изменениям, представляющая собой его «срез» или «фотографию» в определенный

момент времени и включающая в себя совокупность элементов и подсистем, а также взаимосвязей между ними, отражающую его отличие от других форм внутриорганизационных отношений.

Процесс сопротивления изменениям – последовательность развития событий (действий персонала), отражающая противодействие (сопротивление) внедрению организационных изменений с течением времени.

Непосредственно сопротивление организационным изменениям рассматривается автором как латентная фаза инновационных конфликтов. А открытое противостояние является непосредственно инновационным конфликтом в широком его понимании.

Бесконфликтное внедрение изменений в условиях сотрудничества всего коллектива является скорее исключением, чем правилом. Слишком по-разному оцениваются изменения со стороны высшего руководства организации (для него это новые шансы) и со стороны его сотрудников (для них перемены чреваты опасностью, особенно в плане усиления нагрузки в трудовой деятельности в будущем).

В рамках данного исследования автором был проведен анализ подходов к изучению сопротивления изменениям, результаты которого приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Существующие подходы к изучению сопротивления изменениям

Название подхода	Ключевые характеристики	Уровень сопротивления
Психологический	Психологические реакции людей на стресс и предстоящие изменения. Стратегии индивидуального сопротивления.	Индивидуальное сопротивление, сопротивление лидеров
Поведенческий	Динамизм сопротивления, модели поведения в условиях сопротивления изменениям.	Групповое сопротивление
Управленческий	Свойство организационной системы «тормозить перемены». Сопротивление, вызванное стратегическими преобразованиями. Диагностика, планирование и управление сопротивлением персонала изменениям. Выбор способов минимизации сопротивления изменениям.	Групповое и системное сопротивление

Можно говорить о существовании трех основных подходов к изучению сопротивления изменениям: психологическом, поведенческом и управленческом. Каждый из них имеет сферу своего применения и классификацию причин возникновения сопротивления, процесса его протекания.

Как уже было отмечено выше, сопротивление изменениям это сложное и многогранное явление. Для того чтобы воздействие на него было эффективно, необходимо понимать, с каким видом сопротивления вы столкнулись. В связи с этим рассмотрим более подробно классификацию видов сопротивления организационным изменениям. Схематично она приведена на рисунке 1.

Предлагаемая автором классификация видов сопротивления изменениям включает себя следующие основания для группировки: форма проявления, сила воздействия, уровень возникновения, сфера возникновения и длительность существования.

По форме проявления можно выделить: латентное (скрытое, неявное, пассивное) сопротивление изменениям, когда персонал от-

крыто не демонстрирует своё недовольство и противостояние переменам, и открытое (явное, активное) сопротивление изменениям (инновационный конфликт), при котором поступки людей явно выражают действия, направленные против внедрения организационных изменений или сотрудников, их осуществляющих.

По силе воздействия можно говорить о незначительном, ошутимом или сильном противостоянии (вплоть до полного отторжения новации и возвращения к прежним порядкам).

По уровню возникновения сопротивление изменениям И. Ансофф предложил различать: сопротивление со стороны отдельных лиц (индивидуальное), сопротивление группы людей (групповое) и сопротивление самой организации (организационной системы). Данная классификация видов сопротивления поддерживается и используется большинством ученых и наиболее часто встречается в литературе.

Организационное (системное) сопротивление возникает, когда организационная система не в состоянии справиться с быстрыми и радикальными стратегическими изменениями.

Групповое (социальное) сопротивление предполагает неприятие изменений на уровне групп (как формальных, так и неформальных), входящих в организационную систему.

Индивидуальное сопротивление присутствует отдельно взятым людям (чаще всего лиде-

рам сопротивления) и может иметь свои истоки на уровне организации, группы или иметь психологические причины своего рождения. Важно также знать, в какой мере индивидуальное сопротивление связано непосредственно с изменением.

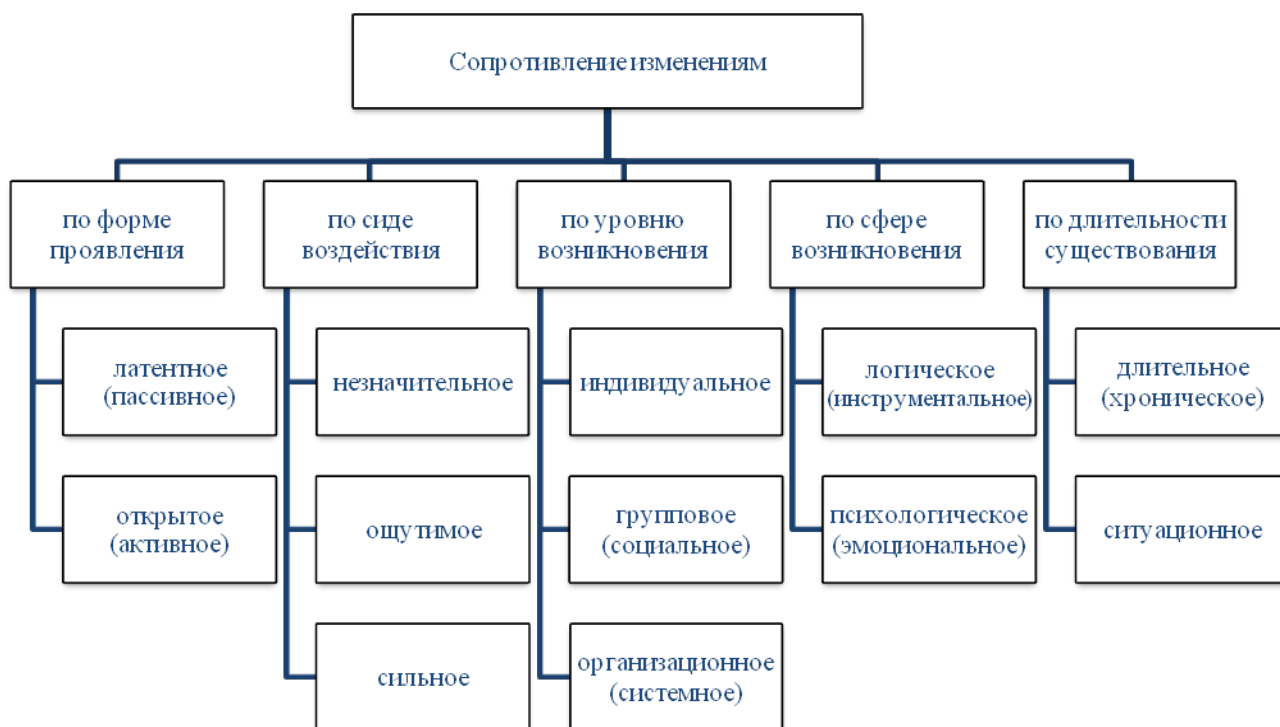


Рисунок 1 – Классификация существующих видов сопротивления изменениям

По сфере возникновения сопротивление персонала изменениям может быть:

- логическое (инструментальное, осознаваемое) – это возражения или действия персонала, направленные против перемен в организации и основанные на рациональных доводах;
- психологическое (эмоциональное, бессознательное, неосознанное) – эмоциональные установки людей, вызывающие неприятие организационных нововведений в силу страха перед неизвестностью, нежелания менять что-либо в своей трудовой деятельности.

По длительности существования можно говорить о ситуационном или хроническом сопротивлении. Пока оно проявляется лишь как реакция в конкретной ситуации, противоречия относительно легко перевести в конструктивное русло. Однако сопротивление может стать хроническим. Сопротивление становится хроническим не сразу, но складывается постепенно.

Такую ситуацию можно разрешить только при идентификации основной модели поведения сторон и ее изменении. Сопротивление измене-

ниям становится неуправляемым, когда теряет связь со своей исходной причиной.

Не менее важным в рамках изучения феномена сопротивления персонала изменениям выступает и понимание причин их возникновения. Составленная в результате теоретического анализа классификация причин возникновения сопротивления организационным изменениям, была сведена автором к следующим основным группам факторов (таблица 2).

В их состав были включены такие как: социально-психологические, ресурсные, мотивационные, управленческие и организационные. Как видно из приведенного перечня, причинами возникновения сопротивления выступает довольно внушительное число разнообразных факторов. Однако, в каждом конкретном случае, к их числу могут присоединяться и более частные обстоятельства и условия, существующие в рамках конкретной организации, коллектива или групп людей.

Причины возникновения сопротивления организационным изменениям

Причины	Характеристика
Социально-психологические	Комфортность текущего состояния и боязнь неизвестности, необходимость ломать привычки. Личная неприязнь к инициаторам и участникам проекта. Культурные и поведенческие фильтры в восприятии изменений. Возникновение ощущения потерь (ресурсов, власти, привычных методов работы). Несоответствие ценностей работника корпоративной системе ценностей. Влияние коллектива, референтных групп или лидеров мнений. Несогласие с выбранным направлением изменений и способом их реализации.
Ресурсные	Угроза установленному разделению власти (ресурсов) и контроля. Увеличение круга выполняемых задач, дополнительная работа, уменьшение ресурсов. Угроза существующим влиятельным коалициям внутри организации. Нехватка ресурсов на внедрение изменений.
Мотивационные	Отсутствие заинтересованности персонала в изменениях. Недостаточное информирование персонала о необходимости преобразований. Неэффективная система мотивации сотрудников на изменения.
Управленческие	Недостаток профессиональных навыков, умений или опыта управления изменениями. Некорректное понимание потребностей организации в изменениях и видения будущего, скептицизм. Нехватка времени на решение стратегических вопросов. Сложность дальнейшей предсказуемости развития организации.
Организационные	Корпоративная культура и история компании. Недостаток климата для изменений. Привычки и инерция, сложившиеся в организации. Организационные рутины. Сложность преобразования организационных структур. Взаимозависимость организационных подсистем.

Далее рассмотрим возможные формы проявления сопротивления изменениям [1, 2, 3, 6, 8]. К ним относятся:

1. Отрицание – предполагает отрицание необходимости перемен. Является наиболее распространенной формой сопротивления. Такое возможно, либо когда люди в действительности не видят необходимости что-либо менять, либо когда обозначенные проблемы кажутся им надуманными, а изменение – навязанным.

2. Индифферентность – выражается в безразличном отношении к изменениям, в силу наличия проблем во взаимоотношениях с коллегами, руководителями, влияния неформальной группы и т.д. Преобладают такие скрытые формы эмоционального сопротивления как: феномен выученной беспомощности (все равно не получится); образование фракций и интриги; рассказывание не к месту о личных и внешних делах.

3. Избегание – это скрытые формы инструментального сопротивления, проявляющиеся в создании технических сбоев, затруднение в информации; ссылке на трудности, критике нововведений; в углублении, в частности затягивание времени.

4. Демонстрация некомпетентности – проявляется в ситуациях, когда работники не могут сделать даже то, что в действительности сделать

вполне способны; может быть и намеренной – как косвенное проявление серьезного противостояния изменению. Наиболее часто это происходит из-за сильного беспокойства о потенциальных негативных последствиях проводимых изменений (таких как, например, потеря собственной значимости).

5. Абсентеизм – это явление частого отсутствия работника на своем месте. Чаще всего абсентеизм определяют как общее количество потерянных рабочих дней (часов) или как частоту случаев отсутствия на работе. При этом человек отсутствует на рабочем месте, как правило, по неуважительной причине (например, из-за плохого самочувствия, но без посещения врача, по семейным обстоятельствам). Обычно организации несут большие финансовые потери из-за абсентеизма.

6. Рационализация – это явная форма инструментального сопротивления, которая выражается в апелляции к сложности материала и его непониманию; невыполнении задачи при указании причин невыполнения.

7. Возмущение – это явная форма эмоционального сопротивления, выраженная в виде саботажа, протестов; готовности группы

поддержать критику; компрометация лидеров изменений на личных основаниях.

8. Скептицизм – это обоснованно скептическое отношение к необходимости изменений или в отношении способности, как менеджеров, так и коллег успешно их провести. Встречается и в форме запроса подтверждения квалификации или мотивации инициатора изменений. Пессимизм может представлять экстремальную форму укоренившегося скептицизма. Очевидно, коллективный пессимизм работников формируется в ответ на затянувшийся конфликт целей, ценностей и норм, принятых в формальной и неформальной системах взаимодействия организации.

9. Нетерпение – проявляется в возрастании конфликтов, несоблюдении сроков работ, чрезмерно придирчивом отношении к деталям, появлении пугающих слухов и других многочисленных феноменах. Все это приводит к блокированию или растягиванию во времени конструктивной активности.

Конечно же, невозможно обозначить абсолютно все формы выражения противостояния сотрудников организационным нововведениям. Тем не менее, в описанном перечне форм сопротивления изменениям присутствуют основные из них.

В заключении отметим, что сопротивление изменениям представляет собой весьма интересное явление, сопровождающее процессы внедрения организационных изменений. В силу сложности его диагностирования и оценки, возникают проблемы и с выбором эффективных способов противодействия. Поэтому феномен сопротивления изменениям необходимо учитывать уже на этапе планирования организационных преобразований.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ансофф, И.М. Новая корпоративная стратегия [Текст]: пер. с англ / И.М. Ансофф, Д. Эдвард. — СПб: Питер ком, 1999.

2 Графов, А.В. Управление конкурентоспособностью предприятий: теория и практика [Текст]: монография / А.В. Графов, Л.Я. Аврашков, Г.Ф. Графова. – Воронеж: «Институт ИТОУР», 2009.

3 Исаченко, Н. Социально-психологический контекст сопротивления изменениям [Электронный ресурс] / Н. Исаченко. – Режим доступа: <http://www.abercade.ru>. – Загл. с экрана.

4 Кобзева, Н.М. Исследование, диагностика, прогнозирование и управление инновационными конфликтами на промышленных предприятиях [Текст]: монография / Н.М. Кобзева. – Воронеж: ИММиФ, 2006.

5 Кобзева, Н.М. Сущность организационных изменений и их взаимосвязи с инновациями [Текст]. / Н.М. Кобзева // Вестник ВГТА. – 2011. - №4.

6 Лапыгин, Ю.Н. Стратегический менеджмент [Текст]: учебное пособие / Ю.Н. Лапыгин. – М.: 2007.

7 Организационное поведение [Текст]: учебник / под ред. Г.Р. Латфуллина, О.Н. Громовой. – М.: ИНФРА-М, 2008.

8 Шипилова, Ю.А. Как преодолеть сопротивление персонала изменениям [Текст]. / Ю.А. Шипилова // Кадры предприятия. - 2004. – №9.

REFERENCES

1 Ansoff, I.M. The new corporate strategy [Text]: trans. from engl. / I.M. Ansoff, D. Edward. – StP: Peter com, 1999.

2 Graphov, A.V. Management competitiveness of enterprises: theory and practice [Text]: monograph / A.V. Graphov, L.Y. Avrashkov, G.F. Grafova. – Voronezh: "ITOUR Institute", 2009.

3 Isachenko, N. Socio-psychological context of resistance to change [Electronic resource] / N. Isachenko. – Access mode: <http://www.abercade.ru>. – Title screen.

4 Kobzeva, N.M. Research, diagnosis, prognosis and management of innovative conflict in industrial enterprises [Text]: monograph / N.M. Kobzeva. – Voronezh: IMM&F, 2006.

5 Kobzeva, N.M. Essence of organizational changes and their relationship to innovation [Text] / N.M. Kobzeva // Bulletin of VSTA. - 2011. - №4.

6 Lapygin, Y.N. Strategic Management [Text]: tutorial / N. Lapygin. - M.: 2007.

7 Organizational behavior [Text]: textbook / ed. by G.R. Latfullin, O.N. Gromova. – M.: INFRA-M, 2008.

8 Shipilova, Yu.A. How to overcome the resistance of personnel changes [Text] / Yu.A. Shipilova // Staffing company. - 2004. - № 9.

УДК 338.012

Зав. кафедрой И.П. Богомолова, аспирант А.А. Самохвалов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, тел (473) 255-27-10

доцент А.Н. Рязанов, аспирант А.В. Шаров

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств, тел. (473) 255-38-96

Управление ресурсосбережением на основе внедрения системы технической диагностики

В статье описано влияние технической диагностики на ресурсосбережение для предприятий пищевой промышленности.

The article describes the influence of technical diagnostics for resource conservation of food industry enterprises.

Ключевые слова: техническая диагностика, ресурсосбережение, экономическая эффективность

Одним из основных движущих факторов развития современной экономики является повышение эффективности использования природных ресурсов, на что и нацелено ресурсосбережение. Низкая ресурсоэффективность и низкий уровень ресурсосбережения отечественных предприятий современной экономики служат серьезным барьером для дальнейшего ее экономического роста и развития.

Исследования подтвердили, что ресурсный фактор играет важную роль в экономике. Обеспеченность ресурсами или их дефицит всегда значительно влияли на темпы экономического развития [1]. В процессе хозяйственной деятельности ресурсы предприятия занимают одно из центральных мест, поэтому вопрос ресурсосбережения и определения оптимального соотношения ресурсов на предприятии очень актуален в настоящее время. Финансовая политика в области ресурсов определяет текущее состояние предприятия, направлено воздействует на его долговременное устойчивое состояние, а также диктует тенденции инновационного экономического развития, перспективный уровень научно-технического прогресса и состояния производственных мощностей.

В сложных условиях становления российской экономики максимально повысился интерес к проблеме эффективного и рационального использования ресурсов предприятия. Оптимизация управленческих решений в области ресурсов требует пристального внимания к разработке нетрадиционных вопросов оценки эффективности анализа будущего положения [2].

Особенности финансовой политики предприятия свидетельствуют о необходимости всесторонней комплексной экономической оценки различных вариантов использования ресурсов. В свою очередь, выбор наиболее действенной стратегии зависит от реальных экономических условий, которые требуют гибкого изменения сложившейся практики управления предприятия для нормализации всего производственного процесса.

Существует множество причин, заставляющих предприятие заниматься изучением эффективности использования ресурсов. Причины, обуславливающие эту необходимость, могут быть различны, однако в целом их можно подразделить на следующие виды: улучшение финансовых показателей, повышение технического и качественного уровня производства, наращивание объемов производственной деятельности. Степень проводимых изменений в области ресурсов различна. Так, если речь идет об увеличении существующих объемов производства, решение может быть принято достаточно безболезненно, поскольку руководство предприятия ясно представляет себе, в каком объеме и какие элементы ресурсов необходимо контролировать [3].

На сегодняшний день техническая диагностика является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей научно-технических знаний. Данное обстоятельство связано как с постоянным усложнением технических объектов и повышением требований к ним, так и с необходимостью неуклонного повышения эффективности производства и эксплуатации различных технических объектов.

Повышение сложности технических объектов обуславливает развитие методов и средств проверки их работоспособности, своевременного поиска и устранения неисправностей в них. В качестве основных требований, предъявляемых к техническим объектам, следует выделить надёжность и безопасность их эксплуатации.

В настоящее время системы технической диагностики можно встретить практически повсеместно: в компьютерной технике, в бытовой технике, в транспортных средствах, в разных отраслях производства и т.д. Многие приборы, например, предназначенные для научных исследований, содержат встроенные элементы технической диагностики.

Под эффективностью понимают прежде всего снижение затрат (финансовых, материальных) на производство и эксплуатацию технических объектов. Как показывает мировая практика, затраты на внедрение технической диагностики в производство и эксплуатацию машин и оборудования в большинстве случаев полностью окупаются, а экономический эффект от внедрения диагностических мероприятий может быть весьма значительным.

Техническая диагностика обеспечивает качество машин и оборудования на всех стадиях их жизненного цикла, начиная от изготовления и до окончания срока эксплуатации. С другой стороны, техническая диагностика позволяет существенно уменьшить число нештатных и аварийных ситуаций при эксплуатации различных технических объектов.

Внедрение мероприятий по диагностике позволяет повысить эффективность использования промышленного оборудования, что проявляется в увеличении срока службы оборудования; уменьшении времени простоя, связанного с ремонтом; сокращении числа нештатных и аварийных ситуаций.

Известно, что различают три метода обслуживания технических объектов действующих в настоящее время:

- обслуживание после выхода объекта из строя. В основном данный метод применяется для дешевого вспомогательного оборудования при наличии для него запасных частей и узлов. Недостатком данного метода является долгий простой оборудования, т.к. поломка возникает неожиданно и большое количество времени тратится на обнаружение поломки и поиск необходимых узлов для её устранения;

- обслуживание по регламенту. Обслуживание объектов производится в соответ-

ствии с документацией завода изготовителя через определенные промежутки времени. Недостатком метода является его затратность. По статистическим данным, не менее 50% регламентных технических обслуживаний проводятся без фактической их необходимости. Кроме этого, для ряда машин и механизмов обслуживание и ремонт по регламенту не снижают частоту выхода их из строя;

- обслуживание по фактическому техническому состоянию (система диагностики). Метод основан на том, что состояние объекта (механизма) контролируется или периодически, или непрерывно. Причем при дискретном контроле временной интервал между проверками может изменяться в зависимости от результатов диагноза и прогноза технического состояния объектов.

По данным “MIMOSA” (Ассоциация Открытых Систем Управления Информацией о Состоянии Машин) удельные затраты на техническое обслуживание в энергетическом секторе США снизились в два раза.

Экономия от снижения затрат на ремонты оборудования образуется за счет исключения планово-предупредительных и внеплановых ремонтов в связи с переходом на технологию эксплуатации машинного оборудования по фактическому техническому состоянию, благодаря проведению своевременного технического обслуживания оборудования и выполнению обоснованных целенаправленных ремонтов, осуществлению мероприятий по выявлению и ликвидации фундаментальных причин отказов.

Экономия от снижения потерь, связанных с простоями технологического комплекса по причинам отказов оборудования, определяется как сокращение объема потерь добавленной стоимости, неполученной в единицу времени в результате простоя технологического комплекса.

Экономический эффект от сокращения сроков плановых остановочных ремонтов и ускорения вывода технологического оборудования на рабочий режим связано с проведением своевременных целенаправленных мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, ликвидацией фундаментальных причин недостаточной производительности и отказов оборудования.

В таблице 1 представлены величины годового экономического эффекта от перехода со второго метода на третий для различных предприятий по данным фирмы “BrudandKjaer”, Дания [4].

Т а б л и ц а 1

Годовой экономический эффект от реализации технического обслуживания по состоянию

Предприятие	Экономический эффект
Химический Комбинат (машины с вращающимися элементами)	Снижение числа производимых технических обслуживаний с 274 до 14
Нефтеперерабатывающий Комбинат (электродвигатели, электропривод)	Уменьшение затрат на обслуживание на 75%
Бумажная фабрика	\$250.000. Это в 10 раз больше, чем затраты на диагностическое оборудование

Подводя итог вышеизложенному материалу, можно заключить, что внедрение системы диагностики в отечественную практику позволит увеличить экономический эффект за счет снижения затрат на проведение ремонтных работ, сокращения времени простоя технологической линии, уменьшения вероятности порчи и потери качества продукции, экономии затрат на ремонтно-технический персонал, а также увеличения объема выпускаемой продукции.

Таким образом, доказана экономическая целесообразность управления ресурсосбережением на основе внедрения технической диагностики, что является особо актуальным для предприятий пищевой промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Рязанов, А.Н. Энергосбережение как эффективный инструмент повышения экономического потенциала [Текст] / А.Н. Рязанов, Д.В. Шайкин, Д.Ю. Уразов // Финансы. Экономика. Стратегия. - 2012. - № 8. - С. 27-30.

2

Ануфриев, В.П. Теория и практика энергоресурсосбережения [Текст] / В.П. Ануфриев, Ю.В. Лебедев, Ф.М. Черномуров. – Екатеринбург: Наука-сервис, 2006.

3 Мантулин, А.М. Научно-методические подходы к управлению ресурсосбережением на предприятиях сахарной промышленности [Текст]: дис. ... канд. экон. наук/ А.М. Мантулин. - Воронеж, 2012. – 184 с.

4 Трофимов, А.Н. Методы технической диагностики: учебное пособие / А.Н. Трофимов, А.А. Трофимов, Б.В. Цыпин. – Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2006. – 124 с.

REFERENCES

1 Ryazanov, A.N. Energy saving as an effective tool to enhance the economic potential [Text] / A.N. Ryazanov, D.V. Shaikin, D.Yu. Urazov // Finance. Economy. Strategy. - 2012. - № 8. - P. 27-30.

2 Anufriev, V.P. Theory and practice of energy-resource saving [Text] / V.P. Anufriev, Yu.V. Lebedev, F.M. Chernomurov. - Ekaterinburg: Nauka-servis, 2006.

3 Mantulin, A.M. Scientific and methodological approaches to management of the resource saving at enterprises of sugar industry [Text]: dis. ... PhD / A.M. Mantulin. - Voronezh, 2012. – 184 p.

4. Trofimov, A.N. Methods of technical diagnostics: teaching aid [Text] / A.N. Trofimov, A.A. Trofimov, B.V. Tsypin. - Penza: Information and publishing center of the PSU, 2006. – 124 p.

Доцент Г.В. Кандакова
(ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ)

Проблемы повышения конкурентоспособности аграрного сектора России в условиях вступления в ВТО и направления их решения

В статье рассматриваются основные факторы, влияющие на конкурентоспособность российского аграрного сектора в условиях вступления в ВТО. Определяются основные задачи повышения конкурентоспособности АПК России, предлагаются инструменты и методы их решения.

The main factors affecting on the competitiveness of Russian agricultural sector in terms of accession WTO are discussing in this article. The main aims of competitiveness of AIC Russia are determined, the tools and methods for their solution are proposed.

Ключевые слова: конкурентоспособность, аграрный рынок, «корзины» ВТО, таможенный тариф, интеграция, матрица, стратегия, уровень поддержки, субсидии.

Создание конкурентных преимуществ продукции АПК становится стратегическим направлением деятельности государства и его органов в области обеспечения конкурентоспособности национальной экономики при вступлении в ВТО.

Сельское хозяйство носит консервативный, инерционный характер, что сдерживает своевременное и адекватное реагирование объемов производства на конъюнктуру рынка. Согласно рейтинга USDA (Департамент сельского хозяйства США) по экспорту зерна США занимают первое место в мире. Годовой объем экспорта зерна США составляет 29 млн тонн или 143 млрд долл. США. На втором месте по экспорту зерна находится Австралия, третью позицию занимает Канада, а четвертую – Евросоюз. Россия находится на пятом месте в мире по экспорту зерна. К концу ноября 2013 г. в России намолочено 95,3 млн тонн зерна (в 2012 г. – 74,5 млн тонн). Экспорт зерна составил с июля по ноябрь 2013 г. 13,7 млн тонн (без учета данных торговли с Белоруссией и Казахстаном). Средневзвешенные цены на российскую пшеницу составили: на пшеницу мягкую 3 кл. – 6214,6 руб./т, пшеницу мягкую 4 кл. – 5998,4 руб./т, пшеницу мягкую 5 кл. – 5673,7 руб./т и ячмень фуражный – 4923,7 руб./т. Данные цены были ниже уровня 2009 г. почти на 1,5-2 тыс. руб./т. Ограниченный экспорт сельскохозяйственной продукции как по структуре, так и по степени обработки

негативно влияет на конкурентоспособность российской экономики на мировом аграрном рынке и делает необходимым поиск путей повышения конкурентоспособности аграрного сектора в условиях либерализации и глобальной конкуренции.

Реализация национального проекта «Развитие АПК» и Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 гг. позволило несколько выправить ситуацию в российском АПК, но не обеспечило прорыв его по уровню конкурентоспособности. На АПК оказывают влияние многие факторы как положительные, так и отрицательные. К положительным факторам следует отнести:

- природно-экономический потенциал для производства конкурентной продукции;
- восприимчивость отрасли к внедрению инноваций;
- потенциальная ёмкость агропродовольственного рынка.

Факторы, сдерживающие развитие АПК и повышение его конкурентоспособности:

- либерализация рынка энергоресурсов;
- рост цен на материально-технические средства, потребляемые в отрасли;
- отставание технико-технологического уровня агропромышленного производства;
- неразвитая инфраструктура агропродовольственного рынка;
- несовершенство земельных отношений в аграрной сфере;

- ухудшение экологического состояния агропромышленного производства и другие.

На развитие агропромышленного производства оказывают влияние динамика, уровень и дифференциация доходов по группам населения, платежеспособный спрос на продовольствие, рост мирового потребления продовольствия, конъюнктура мирового рынка и основные правовые нормы ВТО. По расчетам Всемирного банка, суммарный эффект от вступления нашей страны в ВТО даст дополнительный рост российской экономики в краткосрочной перспективе на 3,3 %, а в долгосрочной – на 11 %.

Согласно исследованиям компании Ernst&Young в России ожидается разнонаправленная динамика изменения объемов производства (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Прогнозируемое изменение объемов производства отдельных отраслей промышленности в условиях вступления России в ВТО

Отрасли	Изменение объемов производства, %
Деревообработка и целлюлозно-бумажное производство	-6,74
Легкая промышленность	-4,35
Машиностроение	-2,77
Пищевая промышленность	-2,16
Сельское хозяйство	- 1,17

http://www.iteam.ru/publications/strategy/section_16/article_452

Как видно из таблицы 1, по всем отраслям прямо или косвенно связанным с АПК, наблюдается снижение объемов производства продукции, что предполагает поиск путей для устранения негативных последствий, а также для усиления положительного эффекта от вступления в ВТО. Каждому хозяйствующему субъекту необходимо разработать стратегию повышения конкурентоспособности в рамках ВТО с учетом целого набора факторов и условий.

К первоочередным задачам по приспособлению отечественных предприятий к требованиям ВТО относятся: быстрая реконструкция неконкурентных производств; социальное поощрение межрегиональной миграции, снижение административных барьеров и нагрузки на экспортный бизнес, формирование эффективной внешнеэкономической, промышленной и инновационной политик.

В решении проблем развития аграрного сектора важная роль принадлежит инвестиционной и инновационной деятельности, при-

званных обеспечить непрерывное обновление технической, технологической, организационной базы сельскохозяйственного производства и создание новых видов конкурентоспособной продукции. Государственная программа развития сельского хозяйства на 2013-2020 гг. включает подпрограмму «Техническая модернизация, инновационное развитие», где непосредственно предлагаются меры повышения конкурентоспособности продукции сельскохозяйственных товаропроизводителей за счет технической и технологической модернизации производства, создания благоприятной экономической среды, способствующей инновационному развитию и привлечению инвестиций в аграрный сектор.

Задачами подпрограммы являются: увеличение числа инновационных центров (лабораторий) до 195; увеличение числа региональных организаций (центров) сельскохозяйственного консультирования до 80; доведение удельного веса энергетических ресурсов, производимых сельскохозяйственными предприятиями с использованием возобновляемых источников энергии до 4,5 %. Реализация подпрограммы призвана обеспечить рост производительности труда в аграрном секторе России; повышение доходности предприятий АПК, повысить качество агропродукции.

Перед Россией стоит задача устойчивого развития АПК как основы обеспечения экономической и продовольственной безопасности. Эту задачу необходимо рассматривать как многоцелевую, включающую решение следующих вопросов: обеспечение экономической и финансовой устойчивости для расширенного воспроизводства; эффективное использование всех видов ресурсов, улучшение экологии и т.д. Лишь их комплексная реализация сможет обеспечить конкурентоспособность продукции АПК в условиях ВТО. Здесь большой синергетический эффект можно получить, если использовать законодательно-правовые преимущества в рамках интеграционных межгосударственных объединений, таких как Таможенный союз России, Белоруссии и Казахстана. В Таможенном союзе целесообразно оптимизировать меры по протекционизму товаропроизводителей, усилить инструменты тарифного и нетарифного регулирования по отдельным товарным позициям, систематизировать методы таможенной статистики.

Учитывая природно-климатические различия стран Таможенного союза, целесообразно разработать программу по размещению отраслей АПК на основе углубления международного разделения труда. Углубление про-

цессов региональной интеграции предполагает разработку унифицированной законодательно-правовой базы и инструментов единой аграрной политики. Реализация комплекса мер по формированию межгосударственной сети информационно-маркетинговых центров, создание логистической системы сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия также позволит существенно повысить конкурентоспособность каждой из стран-участниц интеграционного взаимодействия.

Интеграционные процессы предусматривают развитие прямых хозяйственных связей на основе кооперации, создание совместных агропромышленных предприятий и транснациональных корпораций, совместных научно-исследовательских структур, межгосударственных кластеров в сфере АПК, особых экономических зон в приграничных районах интегрирующихся государств, что приведет к положительному синергетическому эффекту и повышению конкурентоспособности не только товара, предприятий, но и государств.

Повышению конкурентоспособности аграрного сектора России будет способствовать лизинговая деятельность. В настоящее время в её развитии имеется существенный недостаток - неконкурентность, что выражается в неэффективном взаимодействии уполномоченных лизинговых компаний с сельскохозяйственными лизингополучателями, что приводит к нерациональному распределению и расходованию государственных средств и повышению себестоимости продукции. Решение этой проблемы заключается в повышении конкуренции на рынке лизинговых услуг и увеличение количества как фирм производителей различных видов машинотехнической продукции, так и её получателей.

Без тщательно сформулированной стратегии поддержания конкурентоспособности в условиях ВТО фирма утрачивает конкурентоспособность, что приводит к ухудшению финансовых результатов. Здесь главенствующую роль должна иметь маркетинговая деятельность. Экономический смысл использования маркетинга состоит в повышении эффективности производства и рациональном использовании производственных и трудовых ресурсов, повышении конкурентоспособности продукции отдельного предприятия. Под конкурентоспособностью отдельной фирмы понимается её способность в сходных экономических условиях производить товары, цена и качество которых максимально отвечает запросам покупателей, с меньшими затратами, чем у кон-

курентов. В этой связи, с целью формирования маркетинговых стратегий по организации производства и сбыта сельскохозяйственной продукции необходимо оценить конкурентные возможности самого предприятия и товаров, которые оно производит. Существует множество моделей оценки различных аспектов деятельности предприятий, которые могут быть положены в основу разработки стратегии конкурентоспособности. Достаточно просто и эффективно конкурентоспособность товара оценивается на основе матричных методик Space и General Electric-McKinsey (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Сравнительный анализ матриц Space и General Electric-McKinsey для формирования стратегии развития конкурентоспособности предприятия

Критерии конкурентоспособности предприятия	матрица Space	матрица General Electric-McKinsey
Эффективность производства	предусматривает	учитывает
Удовлетворение потребностей потребителя	не предусматривает	не учитывает
Уровень качества продукта	предусматривает	не учитывает
Уровень цены продукта	не предусматривает	учитывает
Эффективность товара на рынке	не предусматривает	не учитывает
Конкурентный потенциал организации	предусматривает	учитывает
Конкурентный потенциал товаров	предусматривает	учитывает

Для большей объективности учета целесообразно использовать комбинированный подход при оценке критериев конкурентоспособности предприятия и его товара. По отдельным критериям, например по уровню цены необходимо вводить дополнительные ценовые позиции. Существует также большое количество методик для оценки конкурентного потенциала предприятия и товара.

Обеспечение конкурентоспособности аграрного сектора во многом связано с государственной политикой в области регулирования аграрного рынка. В условиях ВТО в соответствии с протоколом данной организации российской стороной был согласован уровень государственной поддержки сельхозпроизводителей в размере 9 млрд долл. с последующим сокра-

щением равными долями до 4,4 млрд долл. к 2018 г. Для сравнения, в США разрешенный ВТО уровень поддержки сельского хозяйства составляет 19,1 млрд долл., в Японии - 39,6 млрд долл. В рамках ВТО внутренняя государствен-

ная поддержка делится на три «корзины»: зеленую, желтую и голубую. Основным принцип, положенный в распределение мер внутренней поддержки по «корзинам», состоит в воздействии этих мер на торговлю (таблица 3).

Т а б л и ц а 3

Меры внутренней поддержки по «корзинам»

«зеленая корзина» ВТО - меры не искажают воздействие на торговлю	«желтая корзина» ВТО - меры искажают воздействие на торговлю	«голубая корзина» ВТО - меры ограничивают воздействие на торговлю
- поддержание и создание инфраструктуры; - компенсация потерь в случае стихийных бедствий; - страхование доходов сельхозпроизводителей; - научные исследования; - подготовка кадров и др.	- ценовая поддержка интервенционной закупки товара; - субсидии на отдельные виды продукции; - компенсации части стоимости комбикормов, минеральных удобрений и др.; - льготы по оплате ГСМ; - потребление электроэнергии на льготных условиях; - кредиты на льготных условиях	- выплаты, привязанные к фиксированным урожаям; - выплаты производятся, если достигнуто 85% и менее базового уровня производства; - животноводческие выплаты производятся исходя из фиксированного поголовья скота

Меры, предусмотренные зеленой корзиной, могут применяться без ограничений, так как они абсолютно не влияют на конкурентоспособность продукции и не подлежат обязательному сокращению. По другим «корзинам» установлены пороговые значения. Всероссийским НИИ экономики сельского хозяйства Россельхозакадемии сделаны расчеты государственной поддержки зеленой и желтой «корзин» (таблица 4).

Таблица 4

Объемы государственной поддержки зеленой и желтой «корзин» рамках ВТО, млрд долл. США

Корзина/годы	желтая	зеленая	итого
2013	5,7	3,8	9,5
2014	6,1	5,7	11,8
2015	6,5	6,1	12,6
2016	6,2	6,1	12,3
2017	6,6	6,5	13,1
2018	7,1	6,7	13,8
2019	7,7	7,1	14,8
2020	8,4	7,3	15,7

В ВТО не учитываются существенные различия между природно-климатическими условиями сельскохозяйственного производства в разных странах, в связи с чем страны находятся не в равных условиях: в России в расчете на 1 га пашни государственная поддержка снизилась до 35 долл., в США она составляет 340 долл./га, в ЕС – 1053 долл. Как

видно из данных, уровень государственной поддержки российских сельхозпроизводителей значительно ниже, чем в других странах, что негативно отразится на конкурентоспособности продукции аграрного сектора России.

В Соглашении по сельскому хозяйству говорится, что базовые таможенные тарифы устанавливаются на уровне среднего показателя за три года, предшествовавшие началу переговоров (для России это 1992-1994 гг.). Зафиксировав эти тарифы, развитые страны обязуются снизить их на 36 % в течение шести лет, а развивающиеся – на 24 % в течение 10 лет. В результате определяются связанные импортные тарифы, которые государство – член ВТО не должно превышать при импорте агропродовольственной продукции. Россия в результате почти двукратного снижения собственного сельскохозяйственного производства в 90-е годы была вынуждена открыть свой рынок для импорта продовольствия. Средневзвешенный таможенный тариф для сельскохозяйственной и продовольственной продукции составил в России 12-14 %. Когда он будет снижен на треть в связи с обязательствами и составит всего 10 % (в ЕС – 19,5 %), конкурентоспособность российских товаров еще более снизится и никакие прямые государственные субсидии на экспорт сельскохозяйственной продукции российских товаропроизводителей не помогут значительным образом увеличить экспорт и снизить импорт. Сальдо торгового баланса по

внешнеторговым операциям купли-продажи агропродовольственной продукции будет отрицательным. Особенно большие риски возникнут на рынке свинины, говядины, птицы, молока и масложировой продукции.

Россия на мировом аграрном рынке, несмотря на неэффективные меры государственной поддержки, будет постепенно укреплять свои позиции посредством развития региональной интеграции и межгосударственных интеграционных структур в аграрной сфере, системной модернизации производства и сбыта сельскохозяйственной продукции, привлечения иностранных инвестиций и широкого проведения агроэкологических мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1 Абрамов, В.Л. Конкурентоспособность РФ и присоединение к ВТО [Электронный ресурс] / В.Л. Абрамов // Золотой лев. – 2012. - №85-86. - Режим доступа: http://www.zlev.ru/85_72.htm. - Загл. с экрана.

2 Концепция стратегического управления [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.iteam.ru/publications/strategy/section_16/article_452. - Загл. с экрана.

3 Крылатских, Э. Чем обернется вступление России в ВТО для сельского хозяйства страны? [Электронный ресурс] / Э. Крылатских. – Режим доступа: <http://www.agrostav.ru/projects/magjournal/id2020110512.html> 1. - Загл. с экрана.

4 Минько, Э.В. Качество и конкурентоспособность продукции и процессов [Текст]: учебное пособие / Э.В. Минько, А.Э. Минько, В.П. Смирнов. – СПб: СПбГУАП, 2010. – 240 с.

5 О рисках и угрозах обеспечения конкурентоспособности продукции сельского хозяйства в условиях присоединения России к ВТО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vniiesh.ru/news/9651.html>. – Загл. с экрана.

REFERENCES

1 Abramov, V.L. Competitiveness of the Russian Federation and the accession to the WTO [Electronic resource] / V.L. Abramov // Golden Lion. - 2012. - № 85-86. - Access mode: http://www.zlev.ru/85_72.htm. - Title screen.

2 The concept of strategic management of [Electronic resource]. – Access mode: http://www.iteam.ru/publications/strategy/section_16/article_452. - Title screen.

3 Krylatskyh, E. What will result in Russia's WTO accession for agriculture in the country? [Electronic resource] / E. Krylatskyh. – Access mode : <http://www.agrostav.ru/projects/magjournal/id2020110512.html> 1. - Title screen.

4 Minko, E.V. Quality and competitiveness of products and processes [Text]: a tutorial / E.V. Minko, A.E. Minko, V.P. Smirnov. - St.P: SPbSUAI, 2010. - 240 p.

5 About risks and threats to ensure the competitiveness of agricultural products in terms of Russia's accession to the WTO [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.vniiesh.ru/news/9651.html>. - Title screen.

Профессор И.П. Богомолова, соискатель О.М. Омельченко
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления, организации производства
и отраслевой экономики, тел. (473) 255-27-10

Анализ влияния факторов эффективности хозяйственной деятельности на экономику интегрированных структур

В статье рассматривается возможность проведения оценки деятельности предприятия по двум ключевым направлениям: оценка финансового состояния и оценка обучения и развития персонала с учётом стратегических целей интегрированных структур.

In article possibility of carrying out an assessment of activity of the enterprise for two key directions is considered: assessment of a financial state and assessment of training and personnel development taking into account strategic objectives of the integrated structures.

Ключевые слова: интегрированные структуры, оценка финансового состояния, оценка обучения и развития персонала.

В настоящее время в РФ особое внимание уделяется отраслям пищевой промышленности, оказывающим ключевое влияние на экономику государства и обеспечивающим продовольственную безопасность страны. Пищевая промышленность не только создает значительную часть валового внутреннего продукта, что является одним из основных источников наполнений бюджетов всех уровней, но и способствует укреплению позиций государства на мировых рынках. Указанные обстоятельства вызывают необходимость повышения эффективности функционирования отраслевых промышленных структур за счет мобилизации факторов, влияющих на экономику предприятий, в том числе за счёт смещения акцентов на интеграцию предприятий пищевой промышленности на фоне общего повышения конкурентоспособности выпускаемой ими продукции, укрепления всего промышленного комплекса, его ведущих отраслей и организаций [2].

В соответствии с осуществлённым выбором перспективных форм интеграции промышленных предприятий для проведения расчета эффективности нами предлагается использовать пример осуществляемой в настоящее время интеграции предприятий, входящих в холдинг ЗАО «Воронежская хлебная компания». Названная компания осуществляет свою деятельность на территории Воронежской области и включает 11 предприятий зерноперерабатывающего и хлебопекарного направлений.

Стратегия холдинга «Воронежская хлебная компания» ориентирована на достижение

уровня ведущих Российских отраслевых компаний в части технологической оснащённости и основных финансово-экономических показателей. Важными элементами стратегии развития «Воронежская хлебная компания» являются:

1. Оптимизация производственных мощностей за счёт ввода в эксплуатацию современного оборудования и расширение сферы деятельности в сторону производства высококачественной продукции при одновременном сохранении позиций одного из передовых производителей хлеба, муки и комбикормов в Воронежской области.

2. Повышение эффективности сбыта продукции за счёт развития региональных рынков и прямых продаж конечным потребителям на основе проведения взвешенной ценовой политики и осуществления комплекса мер по расширению рынков сбыта производимой продукции.

3. Развитие сотрудничества с финансовыми институтами, в том числе и международными, с целью оптимизации условий по кредитным ресурсам и развития новых финансовых инструментов.

С учётом стратегических целей ЗАО «Воронежская хлебная компания» с целью анализа влияния факторов эффективности хозяйственной деятельности, предлагается проведение оценки деятельности предприятия по двум ключевыми направлениям: оценка финансового состояния и оценка обучения и развития персонала.

При проведении оценки финансового состояния предприятия анализ финансового состояния предприятия основывается на определении стадии его стратегического развития [5].

Известно, что финансовые цели предприятия варьируются в зависимости от стадии его развития, на которой оно находится в настоящее время. Если на этапе роста каждое предприятие ориентируется на увеличение прибыли и рост объёмов продаж, то в период получения прибыли стратегическая цель компании расширяется и дополняется поддержанием сбытовых каналов наряду с максимализацией возврата денежных потоков от всех средств, инвестированных в неё в прошлом [1]. В процессе исследования сделано допущение, что наиболее объективно стадию развития ЗАО «Воронежская хлебная компания» возможно отобразить при помощи метода экспертных оценок. В число экспертов, участвующих в исследовании, вошли как внешние специалисты в области анализа финансово-хозяйственной деятельности из числа работников аудиторских компаний, так и учёные профильного направления, а также сотрудники предприятия. Оценка проводилась на основании отчётных данных о деятельности предприятия за период с 2010 по 2012 гг. Результаты проведения анкетирования представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Результаты оценки экспертами стадии развития ЗАО «ВХК»

Стадия развития	Оценки, выставленные экспертами						Величина оценки
	1	2	3	4	5	6	
Рост	1	1	0	0	0	3	3
Устойчивое	0	0	1	0	1	0	1
Максимум стабильности	0	0	0	1	0	2	2

Учитывая, что максимальный балл оценки стадии развития не должен превышать 10, предприятие причислено к стадии развития в фазе роста, получившей максимальное количество баллов.

Согласимся с позицией И.П. Богомоловой и Н.М. Шатохиной, отраженной в § 1.1 монографии «Повышение эффективности деятельности предприятий мукомольной промышленности на основе системы управления качеством продукции», что эффективность является сложной и многоплановой категорией, сущность которой заключается в увеличении выпуска конкурентоспособной продукции в оптимальном количестве при минимальных затратах, вследствие применения и внедрения достижений НТП, улучшения качества, рационального использования сырьевых, производственных и социальных ресурсов. При этом исследователи отмечают в § 2.2, что важная роль отводится анализу в деле определения и использования резервов повышения эффективности производства. Он содействует экономному использованию ресурсов, выявлению и внедрению передового опыта, научной организации труда, новой техникой и технологии производства, предупреждению излишних затрат [3].

Экономические показатели позволяют дать оценку правильности выбранной стратегии развития компании, а также служат индикаторами соответствия модели развития компании [3]. Поэтому, на наш взгляд, эта группа показателей является основной в оценке эффективности работы интегрированных структур (таблица 2, рисунки 1, 2).

Т а б л и ц а 2

Показатели оценки финансового состояния ЗАО «Воронежская хлебная компания»

Показатель	Формула для расчёта показателя	Значение элементов формулы	Расчёт показателя для ЗАО «ВХК»		
			2010	2011	2012
1	2	3	4	5	6
Рентабельность продукции ($R_{пр}$)	$R_{пр} = \frac{П_p}{С} \times 100\%$	$П_p$ - прибыль от реализации продукции, $С$ - полная себестоимость реализованной продукции	10,4%	6,8%	3,2%
Рентабельность собственного капитала ($R_{СК}$)	$R_{СК} = \frac{ЧП}{СК} \times 100\%$	$ЧП$ - чистая прибыль, $СК$ - средняя величина собственного капитала за отчётный период	20,34%	24,3%	26,8%
Рентабельность заёмного капитала ($R_{ЗК}$)	$R_{ЗК} = \frac{ЧП}{ЗК} \times 100\%$	$ЗК$ - величина заёмного капитала	0,8%	0,89%	5,4%
Рентабельность активов (R_A)	$R_A = \frac{ЧП}{A} \times 100\%$	A - средний за период размер суммарных активов	2,96%	3,45%	5,4%
Коэффициент оборачиваемости внеоборотных активов ($O_{ВНА}$)	$O_{ВНА} = \frac{В_p}{ВНА}$	$В_p$ - выручка от реализации, $ВНА$ - средняя стоимость внеоборотных активов	0,6	0,82	1,2

1	2	3	4	5	6
Коэффициент маневренности (К _м)	$K_m = \frac{COC}{CK}$	COC - собственные оборотные средства	2,67	2,89	3,58
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами (К _{соc})	$K_{соc} = \frac{COC}{OA}$	OA - оборотные активы	4,17	3,8	4,9
Коэффициент абсолютной ликвидности	$K_{ал} = \frac{OA_{вл}}{КО}$	OA вл - высоколиквидные оборотные активы, КО - краткосрочные обязательства	0,2	0,28	0,49
Коэффициент текущей ликвидности	$K_{тл} = \frac{OA}{КО}$		1,8	1,89	2,01

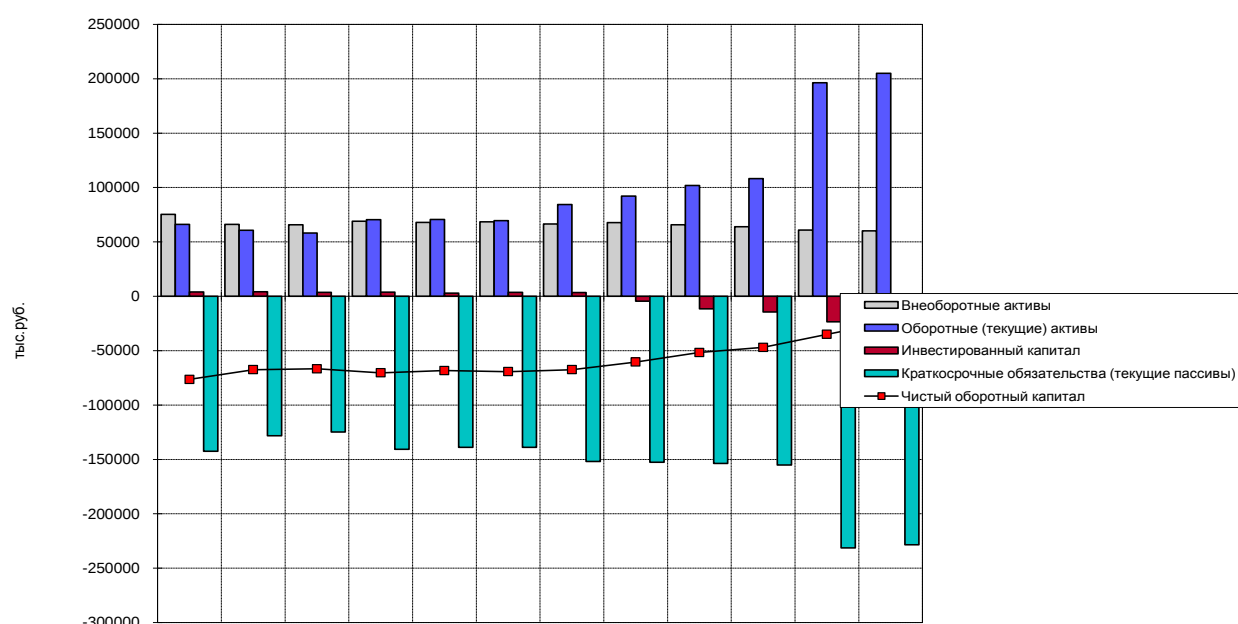


Рисунок 1 - Изменение структуры показателей активов

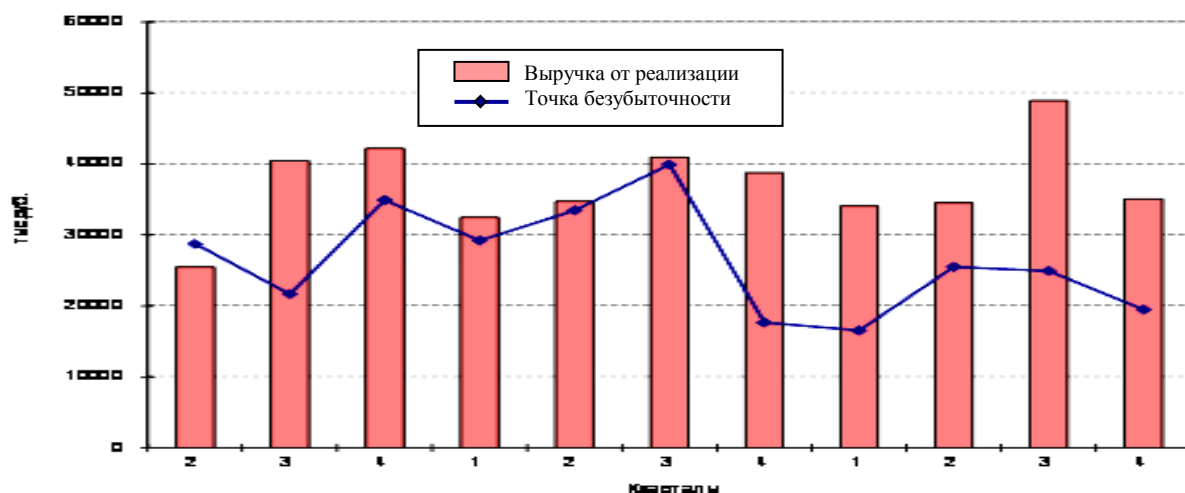


Рисунок 2 - Оптимизация параметров влияния на безубыточность

Анализ динамики финансовой составляющей ЗАО «Воронежская хлебная компания» показал, что прибыльность вложений постепенно повышается, о чем свидетельствует

снижение отрицательных показателей рентабельности собственного, заемного капитала и активов в целом.

Однако отрицательные показатели рентабельности говорят о неэффективности вложений и недостаточной эффективности производства, что также подтверждается отрицательными показателями чистой прибыли. Кроме того, сопоставление значений рентабельности активов и рентабельности собственного капитала показывает низкую степень использования на ряде предприятий компании финансовых рычагов (займов и кредитов) с целью повышения уровня доходности и неэффективность проводимой инвестиционной политики.

Для повышения доходности вложений нами рекомендовано принять меры по снижению себестоимости продукции, повышению производительности оборудования, а также активизировать использование привлеченного капитала, в том числе и на инвестиционные цели [3]. При этом, отдача собственного капитала повышается, если удельный вес заемных источников в общей сумме источников формирования активов возрастает.

Темпы оборачиваемости собственного капитала, дебиторской и кредиторской задолженности свидетельствуют о сбалансированном темпе развития. Положительным фактором также является превышение коэффициента оборачиваемости дебиторской задолженности над оборачиваемостью кредиторской на протяжении 2010 – 2012 гг., что говорит о наличии возможности внутренних резервов их использования для развития компании.

Увеличивающийся уровень ликвидности активов на протяжении всего рассматриваемого периода позволяет расценивать финансовое состояние холдинга как нормальное. Значения коэффициента абсолютной ликвидности также говорят о положительной платежеспособности предприятия [4].

Динамика изменения коэффициента маневренности и анализ рассмотренных показа-

телей подтверждает вывод о финансовой независимости холдинга от внешних заемных источников финансирования, что минимизирует риски потери платежеспособности.

Далее остановимся более подробно на оценке обучения и развития персонала. Данный вид оценки позволяет количественно отразить те характеристики, которые позволяют сотрудникам мобилизовать свой потенциал для достижения стратегических целей компании. К числу показателей оценки возможностей работников холдинга ЗАО «Воронежская хлебная компания» предложено отнести: удовлетворённость персонала и его мотивацию, текучесть кадров и эффективность деятельности сотрудников. При этом удовлетворённость кадров и мотивация, на наш взгляд, являются основными предпосылками для повышения производительности труда персонала. Степень удовлетворённости в исследовании выявляли посредством проведения периодического анкетирования сотрудников предприятия, результатом которого должны были стать рекомендации по совершенствованию и поддержанию кадровых процессов на предприятии на существующем высоком уровне. Для сохранения кадровой базы, предприятию необходимо поддерживать желание сотрудников следовать корпоративным целям и разделять их. Эффективность деятельности персонала является замыкающим звеном в цепочке возможностей, результативность которого напрямую зависит от организации кадровой работы, проводимой предприятием. Показатели кадровой эффективности обязательно должны оцениваться при проведении анализа устойчивости предприятия для выявления его сильных и слабых сторон. Результаты расчётных показателей эффективности приведены в таблице 3. Помимо представленных направлений большое значение имеет фактор повышения квалификации кадров.

Т а б л и ц а 3

Показатели оценки кадровой составляющей ЗАО «Воронежская хлебная компания»

Показатель	Формула для расчёта показателя	Значение элементов формулы	Расчёт показателя для ЗАО «ВХК»		
			2010	2011	2012
Коэффициент текучести кадров ($K_{тек}$)	$K_{тек} = N_y / N_{ср}$	N_y - численность уволенных сотрудников за отчётный период, $N_{ср}$ - среднесписочная численность сотрудников за отчётный период	650 / 3600 = 0,180	690 / 3800 = 0,181	720 / 3150 = 0,228
Коэффициент переобучения персонала ($K_{пер}$)	$K_{пер} = N_{рпр} / N_{нпр}$	$N_{рпр}$ - численность персонала прошедшего переобучение, $N_{нпр}$ - численность персонала, нуждающегося в переобучении	54 / 150 = 0,36	45 / 180 = 0,25	65 / 120 = 0,54

По результатам оценки сделан вывод, что кадровую политику рассматриваемых предприятий интегрированной группы в настоящее время нельзя признать достаточно эффективной, учитывая высокий показатель текучести кадров в течение 2012 г (таблица 4). Но при этом необходимо отметить сбалансированное решение проблемы переобучения кадров.

Проведенный анализ приведенных факторов говорит о достаточно грамотном распределении финансовых ресурсов и сбалан-

сированном управлении экономическими показателями, что позволило предприятиям значительно улучшить экономические показатели 2012 г по отношению к 2010-2011 гг. Оценка подтвердила, что улучшить показатель общей рентабельности удалось, в том числе, за счет более эффективного использования кредитных ресурсов, рационального управления экономическими параметрами оптимизации численности сотрудников и загрузки производственных мощностей.

Т а б л и ц а 4

Текучесть кадров на предприятии ЗАО «Воронежская хлебная компания»

Предприятия	Численность на 01.01.12 г.	Принято в 2012 г.	Уволено в 2012 г.	Численность на 01.11.12г.	Изменение численности	Коэффициент текучести, %	Расчетный коэффициент текучести на год, %	Расчетный коэффициент текучести, чел.
ХБЗ 1	544	101	170	475	-69	31	38	204
ХБЗ 2	469	163	200	432	-37	43	51	240
ХБЗ 3	734	358	367	725	-9	50	60	440
ХБЗ 4	542	147	139	550	8	26	31	167
Всего	2 289	769	876	2 182	-107	38	46	1 051
ХБЗ 5	118	46	42	122	4	36	43	50
ХБЗ 6	100	28	29	99	-1	29	35	35
ХБЗ 7	67	10	11	66	-1	16	20	13
ХБЗ 8	120	77	83	114	-6	69	83	100
ВСЕ ХЛЕБОЗАВОДЫ	2 694	930	1 041	2 583	-111	39	46	1 249
МКВ	221	18	25	214	-7	11	14	30
ВЭКЗ	143	22	22	143	0	15	18	26
ВХБ	76	0	0	76	0	0	0	0
ИТОГО	3 134	970	1 088	3 016	-118	35	42	1 306

Таким образом, менеджменту интегрированной структуры и отдельных предприятий следует постоянно проводить оценку влияния основных факторов эффективности хозяйственной деятельности на экономику компании.

ЛИТЕРАТУРА

1 Асаул, Н. А. Теория и методология институциональных взаимодействий субъектов инвестиционно-строительного комплекса [Текст]: дисс. ... докт. экон. наук / Н. А. Асаул. – СПб., 2006. – 348 с.

2 Богомолова, И.П. Методы и инструменты управления хозяйствующими субъектами зернового рынка [Текст] / И.П. Богомолова, А.А. Парутин. – Воронеж: Истоки, 2008. – 178 с.

3 Богомолова, И.П. Повышение эффективности деятельности предприятий мукомольной промышленности на основе системы управления качеством продукции [Текст] / И.П. Богомолова, Р.П. Рукин, С.Н. Нечаева, Н.М. Шатохина. – Воронеж: Истоки. – 2007. – 204 с.

4 Аналитический доклад по заказу Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации. Государственные корпорации как элемент модернизации российской экономики [Текст]. – М., 2011. – 259 с.

5 Гулин, О.А. Статистический анализ эффективности и синергетического эффекта в отраслевых корпорациях [Электронный ресурс] / О.А. Гулин, В.И. Щедров // Экономика России: основные направления совершенствования. Межвузовский сборник научных трудов. - Режим доступа: <http://www.cfin.ru/bandurin/article/sbrn02/1.shtml>. - Загл. с экрана.

REFERENCES

1 Asaul, N.A. Theory and Methodology of institutional interactions of subjects of investment and construction of the [Text]: diss. ... ScD / N.A. Asaul. – StP., 2006. - 348 p.

2 Bogomolova, I.P. Methods and tools management business entities grain market [Text] / I.P. Bogomolova, A.A. Parutin. - Voronezh: Istoki, 2008. - 178 p.

3 Bogomolova, I.P. Improving the performance of companies in the milling industry based on quality management system [Text] / I.P. Bogomolova,

R.P. Roukin, S.N. Nechayeva, N.M. Shatokhina. - Voronezh: Istoki. - 2007. - 204 p.

4 Research report commissioned by the Analytical Center of the Russian Federation. Public corporations as part of the modernization of the Russian economy [Text]. - M., 2011. - 259 p.

5 Gulin, O.A. Statistical analysis of efficiency and synergy in industry corporations [Electronic resource] / O.A. Gulin, V.I. Schedrov // Economy of Russia: main areas for improvement. Interuniversity collection of scientific papers. - Access mode: <http://www.cfin.ru/bandurin/article/sbrn02/11.shtml>. - Title screen.

Требования к оформлению материалов для журнала «Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий»

1. Материалы представляются в двух видах: на электронном носителе и распечатанные на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (1 экз.) на лазерном принтере. Они должны быть набраны в редакторе MS Word версия не ниже 6.0 (Office не выше 2007) и напечатаны через одинарный интервал в две колонки шрифтом:

- основной текст - Times New Roman Cyr 11 с полями: левое 22 мм, правое 18 мм, верхнее и нижнее 25 мм;
- колонтитулы от края - верхний и нижний 18 мм;
- заголовки по центру - Times New Roman Cyr 11, жирный;
- красная строка -1 см;
- перенос слов - автоматический.

Со смещением на 5 см от рамки текста в начале статьи набираются:

- УДК - Times New Roman Cyr 12;
- должность, степень И. О. Ф. авторов - Times New Roman Cyr 12;
- название статьи - Times New Roman Cyr 16, жирный, строчной (без переноса);
- аннотации - Times New Roman Cyr 9;
- ключевые слова – Times New Roman Cyr 9, до 10 слов;

2. Объем для статьи – 5-7 с. Структурно статья должна иметь четко выраженное *введение*, в котором ставится задача (описывается решаемая проблема), *основную часть*, где излагаются используемые авторами пути решения поставленной задачи, приводятся и обсуждаются результаты, и *заключение*, в сжатой форме подводящее итог работы. Повторение одних и тех же данных в статье, таблице и графике не допускается. Размерность всех характеристик приводится в системе СИ.

3. К каждой статье под заглавием дается аннотация (объем до 600 печатных знаков) на русском и английском языках через 1 строку друг от друга. Название статьи, фамилия и инициалы приводятся отдельно на английском языке.

4. Название статьи или краткого сообщения должно быть лаконичным и точно отражать содержание.

5. Иллюстрации в формате jpeg или gif:

- должны быть расположены после ссылки на них в тексте;
- должны выполняться на компьютере с обозначением всех необходимых букв и символов в соответствии с ЕСКД и Р 50-77-80. Все буквенные и цифровые обозначения, приведенные на рисунках, поясняются в основном или подрисуночном тексте. Подрисуночные подписи даются Times New Cyr 10, на формат рисунка.

Графические объекты (диаграммы, графики) должны быть активными (т.е. подлежать редактированию стандартными средствами, например, MS Excel).

6. Формулы и буквенные обозначения:

- буквы латинского алфавита, используемые в индексах, набирают курсивом;
- буквы русского и греческого алфавита - прямым шрифтом; знак вектора - полужирным;
- нумерация формул в тексте сквозная. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Формат формул (стандартный редактор) :

- стиль - "математический";
- размер символа — 11

Sizes (Размеры)	
Full (Обычный)	11 – 10
Subscript/Superscript (Крупный индекс)	7
Sub-subscript/Superscript (Мелкий индекс)	5
Symbol (Крупный символ)	12
Subsymbol (Мелкий символ)	9

7. Таблицы (слово печатается вразрядку) должны быть с заголовками и обязательно располагаться после ссылки на них в тексте. Графы в таблицах должны иметь краткие заголовки. Упоминаемые в заголовках величины сопровождаются соответствующими единицами измерений.

8. Литература (слово печатается: Times New Roman Сут 11, жирный, прописной) включает источники, использованные автором при написании статьи, и должна содержать не более 10 наименований. Ссылки в тексте даются в квадратных скобках: [1], помещаются в конце статьи и оформляются согласно ГОСТ 7.1-2003. В список не включается литература 10-летней давности. Литература приводится на русском и английском языках.

9. В журнале публикуется не более 2 статей одного автора. Количество авторов одной статьи не должно превышать 4 человек.

В журнале публикуются оригинальные научные статьи теоретического и экспериментального характера в области технических, естественных, экономических и химических наук. Автор указывает рубрику (в сопроводительном письме и выписке из заседания кафедры), в которой он хотел бы разместить свою статью:

- Процессы и аппараты пищевых производств;
- Информационные технологии, моделирование и управление;
- Пищевая биотехнология;
- Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология;
- Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов;
- Экономика и управление;

Журнал «Вестник ВГУИТ» выходит 4 раза в год: № 1 – март; № 2 – июнь; № 3 – сентябрь; № 4 – декабрь.

Статья должна быть тщательно проверена и подписана всеми авторами. На отдельном листе авторы указывают ФИО полностью, адрес, ученую степень, должность, место работы, контактный телефон, E-mail, а также отмечают с кем вести переписку.

К статье должны прилагаться сопроводительные документы:

- сопроводительное письмо;
- выписка из протокола заседания кафедры с рекомендацией статьи к печати;
- положительная рецензия ведущего ученого в данной области или члена редакционной коллегии серии, заверенная подписью и печатью.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным. В случае возвращения статьи для исправления датой представления считается день получения исправленного текста. Срок доработки - не более 1 месяца.

Материалы, не соответствующие данным требованиям оформления, к публикации не принимаются. Рукописи авторам не возвращаются.

Плата с аспирантов и докторантов за публикацию рукописей не взимается.

List of requirements of drawing up materials in «Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies»

1 All the materials are represented in two ways: on a flash card. The materials should be printed on white sheets of paper on one side only by means of a laser printer. One must use MS-World (6,0 version) to set up a text and keep single line interval. The text must be divided into two columns.

- basic text– Times New Roman Cyr 11 with margins: left one – 22 mm, right one 18 mm, top and bottom 25 mm;
- running titles from tops – top and bottom 18 mm;
- central titles – Times New Roman Cyr 11, in bold type;
- indented line – 1 cm;
- division of words is automatical.
The points below are printed with 5 cm shift from the text frame:
- Universal Decimal Code – Times New Roman Cyr 12;
- post, author's name, middle name, surname – Times New Roman Cyr 12;
- article title – Times New Roman Cyr 16, in bold type, lower case (without division of words);
- annotation – Times New Roman Cyr 9;
- keywords - Times New Roman Cyr 9, to 10 words.

2 Article extent – under 5 – 7 pages. Any article must have a strict structure with a clearly seen introduction, where the problem is raised, body, where the solutions to the problem are presented and the results are discussed, and a conclusion, where the work results are summed up. Repetition of one and the same data are forbidden. The size of all characteristics are presented within CI system.

3 The annotations in English and Russian are given to each article (600 printed symbols). There must be an empty line between the annotations. The title of the article, author's last name and initials are given separately in English variant.

4 The title of the article or a short message must be laconic and show the contents of the article clearly.

5 All the illustrations are made in JPEG or BMP:

- they must be placed after the reference in the text;
- they must be done by means of a computer and be supplied with the letter and symbol marks according to universal system documents (USCP) and R 55-77-80. All The letters and figures presented on the illustration text, must be explained in the basic or in the under illustration text. The marks are given in Times New Cyr 10.

Graphical installations (diagrammes, schedules) should be active (i.e. to be subject to editing by standard means, for example, MS Excel).

6 Formulae and letter marks:

- latin letters, used in indexes, are printed in italic type;
- Russian and Greek letter – Roman type, vector mark in half bold type;
- formulae must be numbered through the text. Only formulae with references are numbered.

Formulae format:

- style – “mathematical”;
- symbol size – 11

Sizes	
Full	11 – 10
Subscript/Superscript	7
Sub-subscript/Superscript	5
Symbol	12
Subsymbol	9

7 Tables (the word itself should be spaced) must be supplied with titles and placed right after the references in the text. All the table columns must have short titles. Magnitudes, mentioned in titles must go along with measurement unit.

8 Literature (the word itself is printed in Times New Roman Cyr 11, in bold type capital) contains sources, author used for article composing. There must be no more than 10 designation. All the references in the text are made in square brackets and placed at the end of article according to the standard requirement 7.1-2003. Literature list mustn't contain unpublished works, textbooks, theses, as well as 10 year – old literature. Literature is given in English and Russian languages.

9 Not more than 2 articles of one author can be published in the journal. The number of authors should not exceed 4 persons.

Original scientific articles of theoretical and experimental character are published in the magazine in the field of technical, natural, economic, chemical. The author specifies a heading (in the covering letter and an extract from faculty meeting) in which he would like to place the article:

- Processes and devices of food productions;
- Information technologies, modeling and management;
- Food biotechnology;
- Fundamental and applied chemistry, chemical technology;
- Biotechnology, bionanotechnology and technology of sugary products;
- Economy and management;

The magazine «the Messenger ВГУИТ» leaves 4 times a year: № 1 – March; № 2 – June; № 3 – September; № 4 – December.

The article must be thoroughly checked and signed by all the authors. Name, middle name, last name, address, science degree, position, place of work, telephone number (office and home) E-mail, the person communicate to are pointed out on a separate sheet of paper.

Accompanying deeds should be applied on paper:

- The transmittal letter;
- An extract from the report of faculty meeting with paper recommendation for printing;
- The positive review of the leading scientist in the given area or a member of an editorial board of the series, authenticated by the signature and printing.

The question on paper publication, its deviation is solved by an editorial board of the log and the solution is definitive. In case of refund of paper for correction by representation date it is considered day of reception of the corrected text. Finishing term - no more than 1 month.

The materials mismatching given demands of registration, to the publication are not accepted. Manuscripts are not refunded to authors.

The pay for the publication of manuscripts is not raised from post-graduate students.