



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

1



АЛЬМАНАХ

НАУЧНЫХ РАБОТ
МОЛОДЫХ
УЧЕНЫХ

2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

**АЛЬМАНАХ
НАУЧНЫХ РАБОТ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
Университета ИТМО**

Том 1



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург

2017

Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. Том 1.
– СПб.: Университет ИТМО, 2017. – 348 с.

Издание содержит результаты научных работ молодых ученых, доложенные на XLVI научной и учебно-методической конференции Университета ИТМО по тематике биотехнологии и низкотемпературные системы.

ISBN 978-5-7577-0566-8

ISBN 978-5-7577-0567-5 (т. 1)



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики, 2017

© Авторы, 2017

ВВЕДЕНИЕ

Издание содержит результаты научных работ молодых ученых, доложенные 31 января – 3 февраля 2017 года на XLVI научной и учебно-методической конференции Университета ИТМО по тематике биотехнологии и низкотемпературные системы.

Конференция проводится в целях усиления интегрирующей роли университета в области научных исследований по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники и ознакомления научной общественности с результатами исследований, выполненных в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ, программы развития Университета ИТМО на 2009–2018 годы, программы повышения конкурентоспособности Университета ИТМО среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2013–2020 гг., Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», грантов Президента РФ для поддержки молодых российских ученых и ведущих научных школ, грантов РФФИ, РГНФ, РНФ и Правительства РФ (по постановлению № 220 от 09.04.2010 г.) и по инициативным научно-исследовательским проектам, проводимым учеными, преподавателями, научными сотрудниками, аспирантами, магистрантами и студентами университета, в том числе в содружестве с предприятиями и организациями Санкт-Петербурга, а также с целью повышения эффективности научно-исследовательской деятельности и ее вклада в повышение качества подготовки специалистов.

**Аксенова Ольга Игоревна**

Год рождения: 1991

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, аспирант

Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии

e-mail: oks280491@yandex.ru

УДК 66-963

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСТРУЗИОННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПИЩЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ****Аксенова О.И.****Научный руководитель – д.т.н., профессор Алексеев Г.В.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615871 «Биотехнология, процессы и аппараты для производства продуктов питания функционального назначения».

В работе рассмотрены перспективы переработки побочных продуктов птице-, рыбо- и овощеперерабатывающих производств методом экструзии с целью расширения ассортимента и снижения себестоимости выпускаемой продукции. Дано детальное обоснование потенциалу экструзионной переработки вторичного сырья пищевого назначения при разработке различных видов продуктов, таких как снеки, готовые завтраки, пасты и продукты-мясозаменители. А также отображена роль технологических параметров экструзионного процесса и их влияние на качественные изменения готовых экструдированных продуктов: физические, химические, биологические и органолептические.

Ключевые слова: экструзионная обработка, технологические параметры экструзии, отходы пищевых производств, побочные продукты овощепереработки, ресурсосбережение.

Одно из важнейших мест в условиях продовольственного эмбарго, сложившихся в настоящее время в нашей стране, занимают вопросы эффективного управления потенциалом материальных ресурсов, включая вопросы рационального использования неизбежных отходов производства. Показатели экономичности ресурсосбережения могут быть обеспечены за счет глубокой переработки вторичного и побочного пищевого сырья: побочные продукты птице- и рыбопереработки, переработки плодоовощного и ягодного сырья.

В качестве наиболее перспективного и прогрессивного метода переработки вторичного пищевого сырья и показателя технологичности ресурсосбережения можно отнести процесс экструзии.

Экструзия становится все более популярной по сравнению с традиционными методами обработки, так как обладает следующими преимуществами: автоматическое управление процессом, высокая производительность, непрерывность работы, универсальность, адаптивность, энергоэффективность, низкая стоимость, возможности проектирования и разработки новых продуктов питания, высокое качество готовой продукции, уникальность формы и характеристик готового продукта, отсутствие сточных вод и незначительность отходов производства [1].

Экструзионная обработка вынуждает перерабатываемый материал течь при различных технологических параметрах процесса (давление, температура) через формирующие отверстия при заданной скорости с целью получения разнообразных конечных продуктов. В процессе экструзии термические и сдвиговые напряжения прикладываются к сырью, вызывая структурные и химические преобразования, а также изменения в биологической ценности продукта: клстеризация крахмала, денатурация белка, окисление липидов; деградация

витаминов, антипитательных и фитохимических соединений, образование ароматизаторов, увеличение минеральной биодоступности и растворимости пищевых волокон.

Применимость пищевого сырья для экструдирования зависит от его функциональных свойств, таких как водопоглощение, водорастворимость, индекс расширения, объемная плотность и вязкость теста.

В основном современные экструдированные продукты состоят из зерновых и крахмальных продуктов, растительных и животных белков. Основная роль этих ингредиентов – это создание структуры, текстуры, вкусовых ощущений, привлекательного внешнего вида конечного продукта.

Новым и перспективным способом переработки для преобразования растительного белка бобовых культур в аппетитные мясоподобные продукты является высоковлажная экструзия. Кроме того, она широко используется для частичной или полной инактивации некоторых антипитательных соединений, которые ограничивают широкое использование бобов в качестве основного продукта питания [2].

В настоящее время все большую популярность приобретает обогащение продуктов пищевыми волокнами из отходов овоще- и ягодоперерабатывающих производств: свекловичный, морковный, смородиновый, брусничный жом; кожура апельсинов, томатов, яблок и др. Концентраты диетических волокон из овощей способствовали повышению уровня общих пищевых волокон, и улучшению отношения нерастворимых и растворимых пищевых волокон, чем при использовании зерновых отрубей.

Как отмечалось ранее, существует большой потенциал для включения овощных и фруктовых отходов в закусочные продукты в качестве источника минералов, витаминов и пищевых волокон. Однако литературные данные по этому вопросу весьма ограничены, так многие из первых работ по данной тематике сосредоточены в основном на методологии оценки текстуры, кинетики реакции экструдированного продукта и потенциальных возможностях применения пищевых волокон в экструдированных крупяных продуктах.

Рассмотрим более подробно ряд проведенных зарубежных разработок экструдированных продуктов с добавлением отходов овощеперерабатывающих производств.

Alam M.S. и другие в своей работе разрабатывали готовые к употреблению закусочные экспандированные продукты на основе рисовой муки с обогащением ее, в качестве источника пищевых волокон, отходами из цветной капусты. Рисовая мука была добавлена в различных пропорциях к выжимке цветной капусты, имея равное соотношение при различном содержании влаги, скоростях шнека, и температуры в предматричной зоне. Было установлено, что добавление цветной капусты значительно увеличивает уровни пищевых волокон и белка.

Ряд исследователей обрабатывали смеси ячменной муки и жмыха томатов; кукурузной муки и томатного жмыха в двухшнековом экструдере. Добавление производных томатов к традиционным крахмалистым экструдированным закускам объясняется улучшением их питательных свойств из-за повышения уровня ликопина и клетчатки.

Khaira H. и другие изучали влияние добавления диких бобовых культур, в частности чина, на физические и питательные свойства экструдированных продуктов на основе цельного зерна и коричневого риса. Так было получено, что добавление бобовых культур приводит к уменьшению индекса расширения и увеличению индекса растворимости. При этом пятнадцатипроцентное замещение цельного зерна на бобовые культуры, приводит к значительному увеличению содержания белка и клетчатки, минеральных веществ, улучшению качества готовых завтраков.

Ряд исследователей изучали переработку побочных продуктов пивоварения для производства готовых к употреблению закусок с использованием технологии экструзии. Было установлено, что добавление пивного отработанного солода значительно увеличивало содержание белка, фитиновой кислоты и объемную плотность, с уменьшением индекса расширения [3].

Таким образом, следует отметить, что для перерабатывающих отраслей пищевой промышленности актуальной задачей продолжает оставаться создание безотходной ресурсосберегающей технологии производства. Производство продуктов методами экструзии из отходов перерабатывающих производств, является одним из путей решения данной проблемы. Потому создание новых продуктов на основе мясных и рыбных субпродуктов, остатков овощеперерабатывающих и крупяных производств с применением различных ценных пищевых добавок (например, дрожжей) и разработка новых более экономичных режимов экструзионного процесса является важным направлением в области совершенствования экструзионной технологии, расширения ассортимента и снижения себестоимости выпускаемой продукции.

Литература

1. Алексеев Г.В., Аксенова О.И. Функционально-стоимостной анализ процесса экструдирования вторичного пищевого сырья птицепереработки // Энергетика, информатика, инновации: сборник трудов VI Международной научно-технической конференции. – 2016. – Т. 2. – С. 249–252.
2. Аксенова О.И. Экструзионные продукты питания // Общественное питание, как основа национальной безопасности страны: сб. трудов по материалам V Международной студенческой научной конференции. – 2014. – С. 1–4.
3. Alam M.S., Kaur J., Khaira H. Extrusion and extruded products: changes in quality attributes as affected by extrusion process parameters: a review // Food science and nutrition. – 2016. – № 56. – P. 445–473.



Алекаева Ирина Николаевна

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, группа № Т4200

Направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

e-mail: irina.alekaeva@yandex.ru

УДК 637.52(075.8)

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КУТТЕРОВАНИЯ КОЛБАСНОГО ФАРША КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Алекаева И.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Лазарев В.Л.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

Работа посвящена анализу процесса куттерования фарша применительно к задаче управления. Выбраны основные показатели качества фарша и определены влияющие на них возмущающие воздействия, выявлены каналы их поступления. С учетом специфики процесса предложены решения по организации функционирования системы управления. Также предложены решения по обеспечению однородности свойств фарша в рабочем объеме.

Ключевые слова: колбасный фарш, производство, технологические режимы, управление, состояния неопределенности, энтропийные потенциалы.

Фарш является исходным полуфабрикатом при производстве сосисок, сарделек, мясных хлебов, вареных и ливерных колбас и др. Для производства фарша используется

мясное сырье после вторичного измельчения, которое обрабатывают на куттерах. Это одна из важнейших операций, которая определяет выход и качество готовой колбасной продукции. В этой связи повышение эффективности управления процессом куттерования является актуальной задачей [1].

На куттере обрабатывают все говяжье и свиное мясо, измельченное предварительно на волчке. В результате куттерования значительно улучшаются структура и консистенция фарша, повышаются его адгезионные и реологические характеристики. Одним из факторов, определяющим качество фарша, является продолжительность куттерования. В среднем, операция продолжается в течение 8–10 мин. Излишняя продолжительность приводит к ухудшению консистенции и снижению влагоудерживающей способности фарша, а также к его перегреву. Это, в свою очередь, способствует быстрому развитию микроорганизмов и может привести к порче продукции. Превышение температуры фарша значения 14°C может привести к коагуляции мясного белка, что отрицательно скажется на качестве готовой продукции. Для того чтобы не допустить появления бракованных колбасных изделий необходимо контролировать и управлять температурным режимом в течение всего процесса куттерования [1].

В настоящее время управление температурой фарша в процессе его приготовления осуществляется путем подачи холодной воды в рубашку куттера, что позволяет нивелировать действие относительно небольших тепловых возмущений. При поступлении более мощных воздействий, например, по каналам «температура сырья» или «температура наружного воздуха», качество управления параметром может «понизиться». Это, в свою очередь, может привести к перегреву колбасного фарша с упомянутыми нежелательными последствиями.

Для предотвращения подобных ситуаций предлагается использовать вспомогательный контур управления, обеспечивающий внесение дополнительного управляющего воздействия при значительном ухудшении качества управления температурой фарша. В качестве такового целесообразно задействовать канал управления скоростью вращения куттера. Его техническая реализация предусматривает установку перестраиваемого редуктора (вариатора скорости) на выходе привода вращения куттера с соответствующим исполнительным устройством. Если по каким-либо причинам штатная система управления не справляется с поставленной задачей, и температура фарша приближается к установленному критическому значению (например, около 12–13°C), то активируется вспомогательный контур, и начинается целенаправленное изменение скорости вращения куттера по заданному закону. При «исправлении» ситуации, когда температура возвращается к номинальному значению, происходит отключение вспомогательного контура и скорость вращения также устанавливается на номинальном значении. В реализации такого управления также должна быть предусмотрена компенсация уменьшения скорости вращения увеличением длительности процесса куттерования, исходя из необходимости обеспечения степени измельчения мяса.

Для решения этой задачи предлагается руководствоваться следующими соображениями. Известно, что показатели влагоудерживающей способности фарша и консистенции «коррелируют» с величиной его показателя вязкости η . А этот показатель имеет точку экстремума (максимума) по оси продолжительности куттерования. В связи с этим длительность куттерования t_k можно косвенно определять по времени, когда показатель вязкости достигнет точки экстремума, т.е.

$$t_k = t(\eta_{\max}). \quad (1)$$

Реализация такой задачи должна предусматривать оперативные последовательные измерения показателя вязкости $\eta_i, (i \in I)$. При выполнении условия

$$\eta_i \geq \eta_{i+1}, (i \in I) \quad (2)$$

процесс завершается.

Для обеспечения равномерности распределения свойств и состава фарша в объеме куттера, предлагается использовать модели состояний неопределенности рассматриваемых параметров, основанные на использовании методов теории энтропийных потенциалов. Достоинство их использования состоит в том, что описание состояний неопределенности осуществляется единым комплексом, учитывающим характеристики рассеяния и «вариативные» свойства законов распределения параметров [2, 3]. Это способствует повышению объективности контроля и эффективности организации управления. Примеры решения подобных задач мониторинга и управления для различных объектов приведены в работах [3–5].

Внедрение предложенного подхода будет способствовать повышению качества фарша и выпускаемой на его основе колбасной продукции.

Литература

1. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. В 2 кн. – М.: КолосС, 2009. Кн. 1: Общая технология мяса. – 568 с. Кн. 2. Технология мясных продуктов. – 712 с.
2. Лазарев В.Л. Робастные системы управления в пищевой промышленности: учебное пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2003. – 150 с.
3. Лазарев В.Л. Исследование систем на основе энтропийных и информационных характеристик // Журнал технической физики. – 2010. – Т. 80. – № 2. – С. 1–7.
4. Лазарев В.Л., Грахольская Т.А., Травина Е.А., Фролков Н.А. Использование когнитивных образов состояний систем в пространстве параметров энтропийных потенциалов для организации мониторинга и управления // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2015. – № 4. – С. 54–61.
5. Лазарев В.Л. Совершенствование управления с использованием характеристик энтропийных потенциалов. Адаптация к специфике биотехнологической промышленности // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 4. – С. 68–73.



Алимова Диана Сергеевна

Год рождения: 1990

Университет ИТМО, факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, аспирант

Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии

e-mail: alimova-diana@mail.ru



Баракова Надежда Васильевна

Год рождения: 1954

Университет ИТМО, факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, к.т.н., доцент

e-mail: n.barakova@mail.ru



Самodelкин Евгений Александрович

Год рождения: 1961

ЦНИИ КМ «Прометей»

e-mail: smdlkn@inbox.ru

УДК 663.5

ВЛИЯНИЕ УДА-ОБРАБОТКИ РЖИ НА АКТИВНОСТЬ НАТИВНЫХ ПРОТЕАЗ

Алимова Д.С. (Университет ИТМО), **Баракова Н.В.** (Университет ИТМО),

Самodelкин Е.А. (ЦНИИ КМ «Прометей»)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Баракова Н.В. (Университет ИТМО)

В работе проанализировано влияние ударно-активаторно-дезинтеграторной обработки ржи на изменение активности нативных протеаз в зависимости от величины механического воздействия на зерно. Обработка зерна осуществлялась на дезинтеграторе ДЕЗИ-15 с использованием 3-х и 5-ти рядных роторов, при этом активность нативных протеаз в помолах увеличилась на 14 и 30% соответственно.

Ключевые слова: зерно, рожь, зерновые помолы, нативная протеаза, УДА-обработка.

Свойства ферментов гидролитического действия, в том числе и протеаз, широко применяются в технологиях пищевых производств. Протеазы – это ферменты, катализирующие гидролитическое расщепление белков и полипептидов. Разрушение белковой матрицы, окружающей крахмальные гранулы зерна, увеличивает степень доступности к этому ценному компоненту зерновых культур. Гидролиз белка до аминокислот позволяет обогащать питательные среды дополнительным азотистым питанием или создавать функциональные продукты с повышенной биологической ценностью.

В зерне нативные протеазы находятся в связанном состоянии с белками, целлюлозой, гемицеллюлозой и другими веществами, находящимися в неактивном состоянии.

Существует несколько способов повышения активности нативных ферментов зернового сырья, такие как проращивание зерна, различные виды механического воздействия [1].

В ранее проведенных экспериментах было установлено, что применение ударно-активаторно-дезинтеграторной обработки (УДА-обработка) зерна приводит к повышению активности нативной альфа-амилазы [2].

Целью работы стало исследование изменения активности нативной протеазы в ржаных помолах, полученных в результате УДА-воздействия.

Для проведения эксперимента использовалось фуражное зерно – рожь урожая 2015 года. УДА-обработка ржи осуществлялась на дезинтеграторе ДЕЗИ-15 с использованием 3-х и 5-ти рядных роторов. Работа дезинтегратора основана на принципе динамического воздействия на сырье, находящееся между зубчатыми роторами, вращающимися навстречу друг другу с высокой скоростью, при этом возникает два противоположно направленных потока частиц, которые соударяются, и происходит их измельчение и деструкция. Механические напряжения сказываются в снижении энергии активации распада механических связей [3].

Результаты УДА-воздействия на рожь представлены на фотографиях, полученных с электронного микроскопа (рисунок).

Анализируя результаты помола ржи на рисунке, а, в, видно достаточно много крупных частиц. Это продукты разрушения плодовой и семенной оболочки. Из рисунка также видно, что частицы оболочки после обработки с использованием трехрядных роторов крупнее, чем после обработки на пятирядных роторах.

На рисунке, б, г – представлены частицы эндосперма, представляющие собой гранулы различной формы, состоящие из матрицы белка, с вмонтированными в нее крахмальными зернами, и отдельных крахмальных зерен.

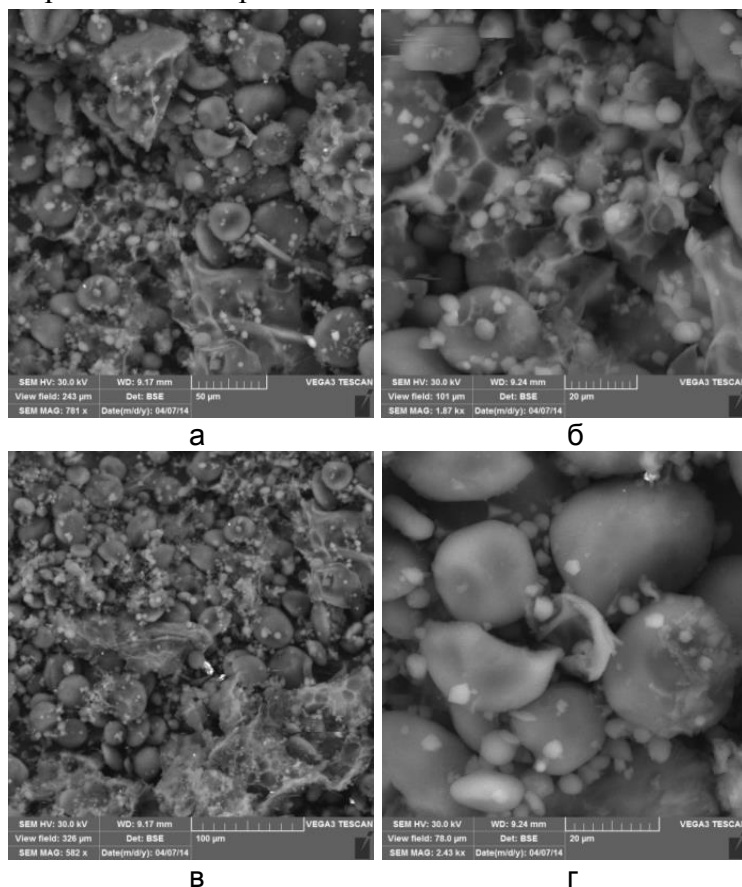


Рисунок. Помол ржи на 3-х рядном: увеличение 165[×] (а) и 530[×] (б);
на 5-ти рядном: увеличение 221[×] (в) и 690[×] (г)

Крахмальные зерна ржи имеют овальную форму с характерной трещиной. Размер крахмальных зерен у ржи колеблется в пределах 20–50 мкм. Гранулы эндосперма после обработки на трехрядном роторе крупнее и там меньше частичек белка.

В ржанных помолах, полученных после измельчения на дезинтеграторе, с помощью лазерного дифракционного анализатора Malvern Mastersizer 2000, был определен гранулометрический состав. Численные показатели гранулометрического состава представлены в табл. 1.

Таблица 1. Гранулометрические составы помолов

Размер частиц, мкм	Доля частиц в помоле (3-х), %	Доля частиц в помоле (5-ти), %
0–10	5	5
10–50	25	26
50–100	10	10
100–500	45	49
500–1000	14	8
>1000	1	2

Средний интегральный размер в помоле, полученном на 3-х рядном роторном дезинтеграторе – 167,5 мкм, на 5-ти рядном – 158,1 мкм.

На следующем этапе исследовательской работы было проведено измерение активности нативной протеазы в помолах ржи, полученных на дезинтеграторах с разным количеством рядов роторов.

Протеолитическую активность во ржи и ржанных помолах определяли в слабокислой среде (рН 5,3) по ГОСТ Р 53974 [4]. Метод определения протеолитической активности основан

на гидролизе гемоглобина – животного белка в слабокислой (рН 5,3) среде исследуемым ферментным препаратом, находящимся в растворе, до низкомолекулярных пептидов и свободных аминокислот с последующей инактивацией фермента путем осаждения непрогидролизованного белка трихлоруксусной кислотой и определением образовавшихся пептидов и свободных аминокислот. Результаты измерений представлены в табл. 2.

Таблица 2. Протеолитическая активность в помолах

	Зерно	3-х рядный ротор	5-ти рядный ротор
Протеолитическая активность, ПА, ед./г	0,66±0,07	0,75±0,09	0,90±0,09

Из табл. 2 следует, что при УДА-воздействии на зерно повышается активность нативных протеаз, причем активность нативных протеаз в помолах, полученных при УДА-обработке на 3-х рядном роторе увеличивается на 14%, а после обработки на 5-ти роторном дезинтеграторе – на 36%.

Полученные результаты говорят об эффективности применения УДА-обработки ржи с целью повышения активности нативных протеаз, что может быть использовано в различных технологиях пищевых производств.

Литература

1. Болдырев В.В. Механохимия и механохимическая активация твердых веществ // Успехи химии. – 2006. – Т. 75(3). – С. 203–212.
2. Баракова Н.В., Алимова Д.С., Самоделкин Е.А. Изменение активности нативной альфа-амилазы в ржаных помолах во времени // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 1. – С. 49–52.
3. Самоделкин Е.А., Баракова Н.В., Луневская Я.И., Мартыненко В.Е. Применение ударно-активаторно-дезинтеграторной обработки (УДА-обработки) для подготовки зернового сырья при конструировании продуктов питания с повышенной усвояемостью // VII Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». – 2015. – Ч. 2. – С. 247–250.
4. ГОСТ Р 53974-2010. Ферментные препараты для пищевой промышленности. Метод определения протеолитической активности. – Введен 01.01.2012. – М.: Стандартинформ, 2011. – 11 с.



Андреев Олег Валерьевич

Год рождения: 1992

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра криогенной техники и технологий сжиженного природного газа, группа № W4205

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: olegandreev29@rambler.ru

УДК 621.59

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ ПРЯМОГО ПОТОКА ГЕЛИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕЛИЕВОЙ РЕФРИЖЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Андреев О.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Замарашкина В.Н.

В работе рассмотрено влияние изменения прямого потока гелия на эффективность гелиевой рефрижераторной установки, работающей по трехступенчатому циклу охлаждения.

Ключевые слова: гелиевая рефрижераторная установка, эффективность, давление, прямой поток, гелий.

В настоящее время криогенные системы, предназначенные для получения и использования гелиевых температур, стали важным инструментом научно-технического прогресса, особенно в областях, где стало возможным применение явления сверхпроводимости. Основным составляющим элементом криогенной гелиевой системы является криогенная гелиевая установка (ожижитель, рефрижератор или ожижитель-рефрижератор) [1].

В данной работе проведено исследование влияния давления прямого потока гелия на эффективность гелиевой рефрижераторной установки. Выбор рабочего давления в значительной мере определяется стремлением к достижению максимального значения изотермического эффекта дросселирования на температурном уровне включения низкотемпературной ступени охлаждения, что влияет на эффективность установки [2].

За образец рассчитываемой установки была выбрана КГУ-150/4,5. Рассчитываемая установка работает по трехступенчатому циклу с предварительным охлаждением в ступенях с внешним источником охлаждения (испарительная азотная ванна) и детандерной и конечной дроссельной ступенью. Схема установки и изменение параметров состояния гелия в T-s диаграмме показаны на рис. 1.

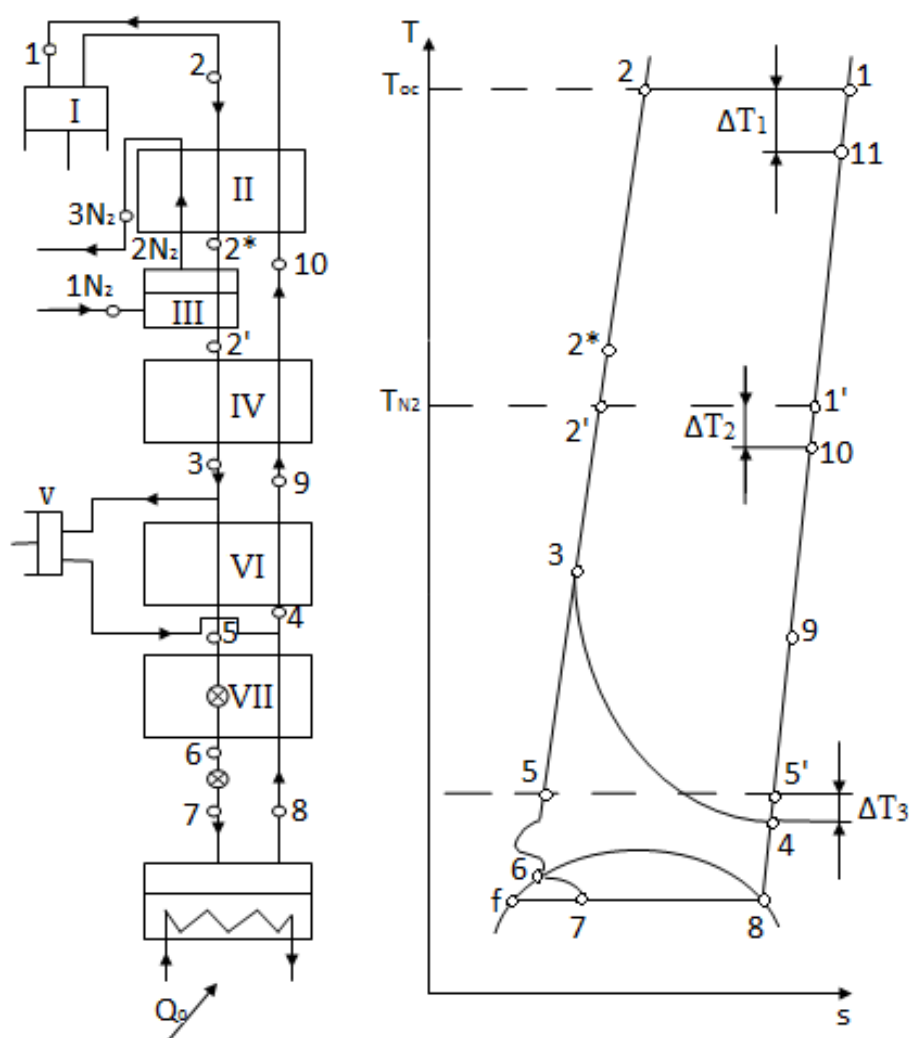


Рис. 1. Принципиальная схема установки и изменение параметров состояния гелия в T-s диаграмме: I – компрессор; II, IV, VI, VII – теплообменники; III – испарительная азотная ванна; V – детандер

Поток газообразного гелия сжимается в компрессоре I до давления p (процесс 1–2). Затем поток охлаждается при высоком давлении в теплообменнике II первой ступени

(процесс 2–2*), в ванне с жидким азотом III (процесс 2*–2') и теплообменнике IV второй ступени (процесс 2'–3). В состоянии 3 от прямого потока гелия отделяется детандерный, который расширяется в детандере V (процесс 3–4), до низкого давления p_0 . Оставшаяся часть гелия охлаждается в теплообменнике VII третьей ступени, одновременно снижая свое давление в дроссельном устройстве (процесс 5–6). Далее прямой поток гелия дросселируется в дроссельном вентиле до низкого давления (процесс 6–7) и, отводя теплоту от термостатируемого объекта, кипит (процесс 7–8). Затем гелий подогревается в теплообменнике VII (процесс 8–4). В состоянии 4 дроссельный поток гелия соединяется с детандерным, и суммарный поток подогревается в аппаратах VI, IV, II (процессы 4–9, 9–10 и 10–11) [3].

Был произведен расчет и анализ режимов работы установки при трех различных давлениях прямого потока гелия с целью определения его влияния на эффективность установки и выявления наиболее оптимального режима. По рассчитанным данным удельного расхода энергии на 1 Вт холодопроизводительности построен график, представленный на рис. 2.

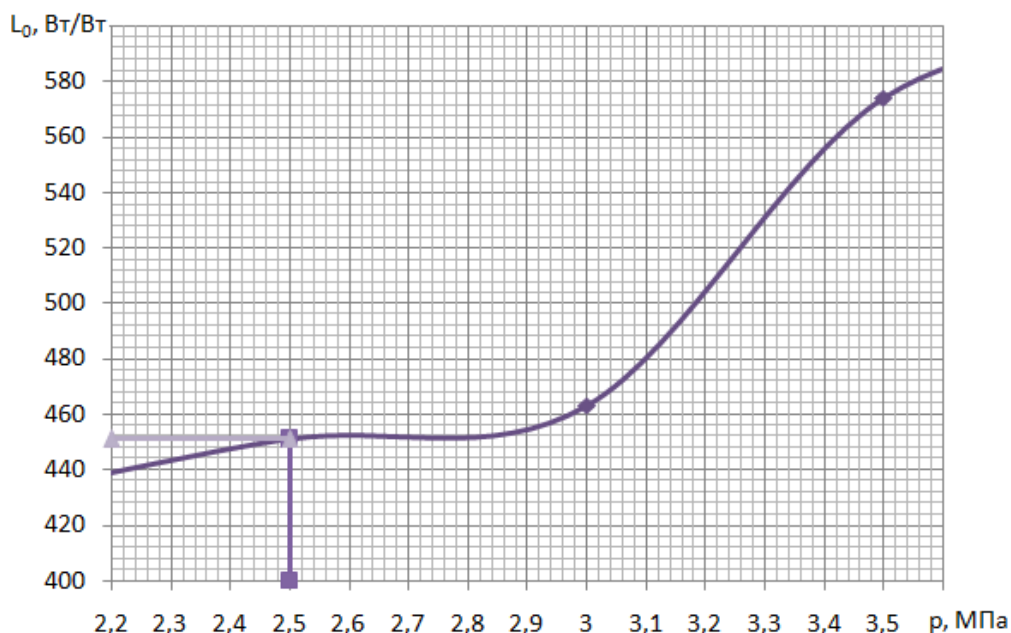
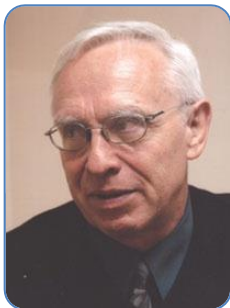


Рис. 2. Зависимость удельного расхода энергии от изменения рабочего давления цикла установки

Из рис. 2 следует, что при увеличении давления прямого потока гелия увеличивается удельный расход энергии, что негативно влияет на эффективность цикла установки. По этой причине целесообразно выбрать рабочее давление установки $p=2,5$ МПа.

Литература

1. Борзенко Е.И. Исследование режимов работы рефрижератора-ожижителя на криогенной гелиевой установке КГУ-150/4,5. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 40 с.
2. Архаров А.М., Архаров И.А., Беляков В.Л. и др. Криогенные системы: учебник для студентов вузов по специальностям «Техника и физика низких температур» и «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование»: в 2 т. – Т. 2. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1999. – 720 с.
3. Будневич С.С. Расчет криогенных установок. Пособие для холодильных технологических вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1979. – 367 с.

**Арет Вальдур Аулисович**

Год рождения: 1940

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, д.т.н., профессор

e-mail: valdurtera@rambler.ru

**Мещанинов Антон Владимирович**

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, аспирант

Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии

e-mail: t8090@ya.ru

**Байченко Лариса Афанасьевна**

Год рождения: 1960

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, к.т.н., доцент

e-mail: larabaychenko@yandex.ru

УДК 664.66.019

ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИИ И ЧЕРСТВЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА ДЛЯ МЕТАРЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Арет В.А., Мещанинов А.В., Байченко Л.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Арет В.А.

При хранении хлебобулочных изделий в обычных температурных условиях, примерно через 10 ч появляются признаки черствения, которые усиливаются со временем. Потребитель хлеба, определяя степень черствости или свежести хлеба, исходит из органолептических свойств хлеба – физических свойств корки, физических свойств мякиша, аромата и вкуса.

Ключевые слова: вязкоупругость, тактильные ощущения, хлебобулочные изделия, хранение хлеба, черствость.

Для исследования процессов черствения и деформации был сконструирован прибор (рис. 1).

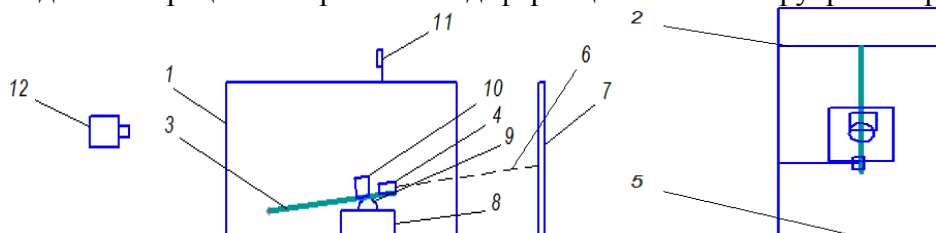


Рис. 1. Конструкция прибора для исследования процессов черствения и деформации

В качестве объекта исследований были взяты три булочки с начальной массой 40 г каждая (далее объекты №1, №2 и №3 соответственно). На момент начала опытов объектам

было 3,5 ч, и масса каждого уменьшилась до 34 г. Объект №1 был измерен сразу. Деформация объекта №1 фиксировалась на видеоустройство в режиме реального времени. Степень деформации определялась по перемещению луча лазерного устройства вдоль шкалы за определенный промежуток времени. Объект №2 оставили при комнатной температуре. Объект №3 поместили в холодильник. На следующий день объекты №2 и №3 также были подвергнуты деформации, по результатам исследований были составлены графики (рис. 2).

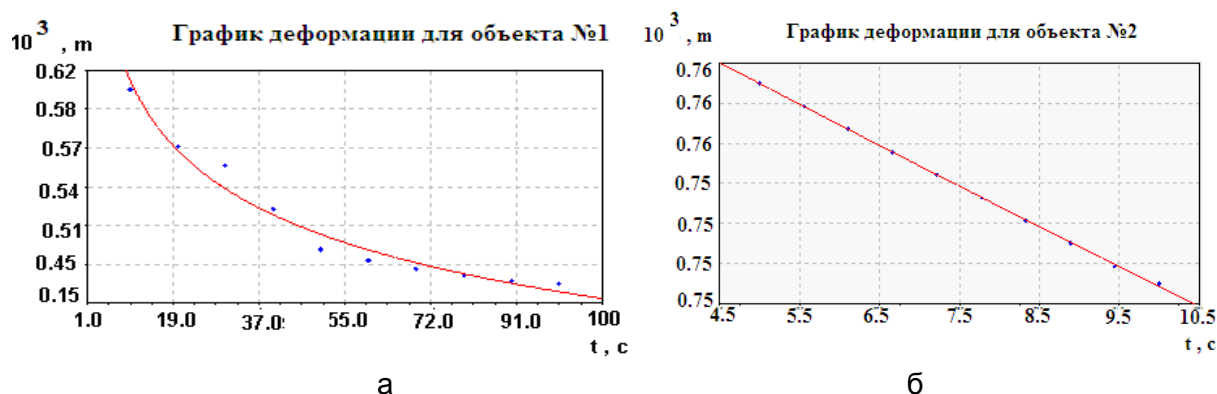


Рис. 2. Графики, построенные по результатам исследований для объектов: №1 (а) и № 2 (б)

Как видно на графике, объект №1 обладал сильной, ярко-выраженной деформацией. Объекту №1 на момент исследования было 3,5 ч, следовательно, процесс черствения не значительно повлиял на вязкоупругие свойства объекта.

Исходя из данного графика, можно сделать вывод, что деформация у объекта №2 практически отсутствовала. На момент эксперимента объекту №2 было 28,5 ч. За это время масса объекта №2 уменьшилась с 34 г до 30 г. Хранение при комнатной температуре усилило черствение таким образом, что объект №2 практически утратил вязкоупругие свойства.

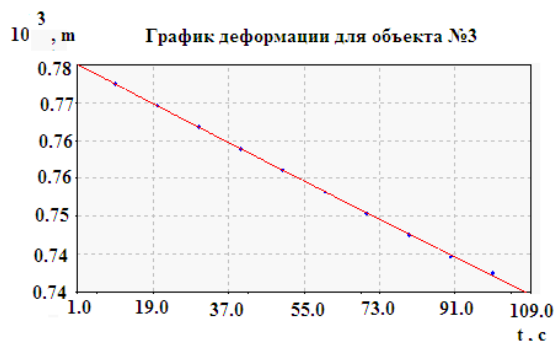


Рис. 3. График, построенный по результатам исследований для объекта №3

График на рис. 3 демонстрирует незначительную и плавную деформацию. Объекту №3 также как и объекту №2 на момент эксперимента было 28,5 ч. Однако, поскольку объект №3 хранился в холодильнике, он не утратил своих вязкоупругих свойств.

Для определения вязкоупругих свойств всех объектов был проведен тактильный опыт. В опыте приняли участие трое дегустаторов, которым было предложено оценить качество и степень свежести объектов по пятибалльной шкале. Пять – как мягкий и свежий, обладающий реверсивной деформацией объект. Ноль – как черствый и не свежий, у которого деформация практически отсутствует. Каждый дегустатор по очереди давал оценку всем объектам. По результатам опыта дегустаторы частично разошлись во мнениях относительно состояния объектов №1 и №3, но единогласно сошлись, относительно объекта №2, признав его наиболее черствым, несвежим и утратившим способность к деформации. Полученные результаты были занесены в таблицу.

Опыты на разработанном приборе позволяют сопоставить нечеткие тактильные ощущения потребителя хлеба с определенными приборными четкими показателями

вязкоупругости хлебобулочных изделий, а также разрабатывать предложения по улучшению технологии и процессов производства и хранения хлебобулочных изделий [1–4].

Таблица. Результаты тактильного опыта

№ объекта	Дегустаторы		
	1	2	3
	Оценки качества		
1	4	5	5
2	0	0	0
3	2	3	3

Литература

1. Андреев А.Н., Колодязная В.С. Байченко Л.А. Психореологические свойства хлеба «ВИТАМЕТ» // Научный Журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2011. – № 1. – С. 12–15.
2. Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции: учебное пособие. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 537 с.
3. Арет В.А., Николаев Б.Л., Забровский Г.П., Николаев Л.К. Реологические основы расчета оборудования производства жиросодержащих пищевых продуктов. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2004. – 343 с.
4. Байченко Л.А. Разработка технологий пищевых продуктов на растительной основе повышенной биологической ценности для профилактики вредного воздействия фенола и анилина: автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – СПб., 2011. – 16 с.



Артамонов Павел Евгеньевич

Год рождения: 1987

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4130

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: 3174116@gmail.com



Ульянов Николай Борисович

Год рождения: 1954

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: nbulianov@corp.ifmo.ru

УДК 67.08

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ПЕРЕГРУЗКИ SNK-УДОБРЕНИЙ В КОМПЛЕКСЕ ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Артамонов П.Е.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ульянов Н.Б.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

В работе приведен ход аналитических и практических экологических исследований комплекса портовых сооружений с целью определения причин и поиска источников превышения нормативов допустимых сбросов.

Ключевые слова: поверхностные сточные воды, превышение нормативов, загрязняющие вещества, допустимый сброс, негативное воздействие.

При эксплуатации многопрофильного перегрузочного комплекса был проведен мониторинг качества сточных вод ливневой канализации после очистки.

Анализ полученных результатов представлен в табл. 1.

Таблица 1. Кратность превышения загрязняющих веществ нормативов допустимых сбросов (НДС)

Наименование загрязнителя	БПК _{пол}	сух. ос-таток	хлориды	фосфор общ.	сульфат-ион	ХПК	азот аммон.	азот нитрит.	железо	азот общ.
Кратность превышения НДС	20	1,7	1,8	19	1,2	4,7	909	10	11	21

Комплекс портовых сооружений предназначен для приема и обработки расчетных видов судов, перегрузки грузов с морского транспорта на железнодорожный и автомобильный виды транспорта и обратно, кратковременного хранения грузов на открытых и закрытых грузовых площадках, предоставления клиентам комплекса информационных, экспедиторских, таможенных и других видов услуг в целях своевременного и качественного продвижения груза от отправителя к получателю.

Предусмотрен отдельный сбор бытовых и поверхностных сточных вод.

В сеть бытовой канализации поступают сточные воды от хозяйственно-административных зданий комплекса и столовой.

Поверхностные сточные воды по закрытой сети дождевой канализации самотеком поступают в разделительную камеру. В камере избыточная часть стока сбрасывается через переливной трубопровод в сеть очищенных сточных вод и далее в акваторию. Концентрированная часть стока по трубопроводу поступает в приемный резервуар насосной станции. Далее сточные воды по напорному трубопроводу подаются в аккумулирующий резервуар.

Из аккумулирующих резервуаров дождевые сточные воды поступают в насосную станцию, далее по напорному трубопроводу в колодец-гаситель напора и на очистные сооружения поверхностных сточных вод.

Конечным пунктом сброса сточных вод, собираемых на данном объекте, является водоток высшей рыбохозяйственной категории, в связи с чем сбрасываемые сточные воды должны быть очищены до рыбохозяйственных предельно допустимых концентраций (ПДК).

Длительное загрязнение водоема стоками с имеющимся (табл. 1) качественным составом приведет к его эвтрофикации. Эвтрофным водоемам присущи богатая литоральная и сублиторальная растительность, обильный планктон. Несбалансированная эвтрофикация может приводить к бурному развитию водорослей (цветение воды), и появлению в воде цианобактерий, которые в период цветения выделяют токсины (алкалоиды и низкомолекулярные пептиды), способные вызвать отравление людей и животных, а также приводящие к дефициту кислорода, заморам рыб и животных.

Объектами исследования стали открытые площадки, стоки с которых оказывают значительное воздействие на состав сточных вод. Новый автотранспорт, обрезная, упакованная в полиэтилен древесина, опломбированные контейнеры не являются

источниками значительных загрязнений имеющегося характера, поэтому используемые под них площадки не стали первоочередными объектами исследований.

Одним из регулярно отправляемых видов груза являются насыпные SNK-удобрения в составе: NPK 15-15-15, диаммонийфосфат, диаммофоска марка А, аммофос, селитра аммиачная.

Грузы доставляются железнодорожным транспортом в крытых вагонах-хопперах к границе комплекса. На станции разгрузки перегружаются в полуфутовые морские контейнеры, откуда на роллтрейлерах доставляются на причал. Погрузка в трюмы происходит с помощью доковых кранов: контейнеры погрузчиками доставляются на причал, подцепляются кранами, опускаются в трюм, открываются и возвращаются опорожненными на причал. Пустые контейнеры отвозят погрузчиками на территорию для зачистки, просушки и мелкого ремонта.

При зачистке остатки грузов просыпаются на асфальт. Механический сбор просыпи происходит незамедлительно (лопата, смет), но в связи с наличием мелких гранул (менее 1 мм), высокой растворимости и раздува ветром значительная часть просыпей вместе с поверхностными (ливневыми, талыми) водами попадает в общесплавную канализацию.

Лабораторный анализ сточных с поверхности площадки вод показал кратность превышения по всем основным загрязнителям от нескольких десятков до нескольких тысяч раз. Сплавной колодец был незамедлительно герметизирован – сточные воды с исследуемой площадки в общую сеть поступать перестали.

Расчет объемов поверхностных сточных вод был выполнен на основании данных Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды согласно «Рекомендаций по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты ОАО «НИИ ВОДГЕО» от 2014 (Москва) [1] и представлены в табл. 2.

Таблица 2. Гидрометеорологические показатели площадки зачистки контейнеров площадью 1950 м²

№	Показатель (расчет)	Значение
1	Средняя продолжительность дождя за год	1628 ч
2	Максимальное количество осадков (приходится на август)	88 мм
3	Средняя продолжительность осадков за август	65 ч
4	Среднее число дней с осадками за теплый период	99
5	Максимальный часовой расход ($Q_{\max}=10 \cdot 88 \cdot 0,6 \cdot 65,4/65$)	1,58 м ³ /ч
6	Среднегодовой часовой объем дождя ($W_{\text{ср}}=309519,6/1628$)	0,41 м ³ /ч
7	Среднесуточный расход за теплый период ($Q_{\text{ср}}=187567,2/99$)	3,69 м ³ /сут
8	Объем дождевого стока	365,15 м ³ /год
9	Объем талого стока	304,2 м ³ /год

Универсального способа очистки вод такого состава не существует, поскольку основных загрязнителей несколько, и каждый из них обладает своими специфическими физическими и химическими свойствами. Применение комплекса глубокой очистки в составе биологических и физико-химических стадий невозможно из-за непостоянства показателей стока как физических (расход и температура сточных вод зависит от осадков/интенсивности таяния снега), так и химических (качественный состав зависит от перегружаемых грузов) [2].

Результаты экологического обследования площадки были сформированы в подробный отчет со следующими рекомендациями:

- локализовать сточные воды с площадки зачистки контейнеров;

- рассмотреть возможность применения вакуум-выпарной установки для уменьшения объемов сточных вод с дальнейшей передачей концентрата на утилизацию в специализированные предприятия или на предприятие по производству минеральных удобрений для возврата минеральных веществ в производственный цикл;
- организовать процесс зачистки контейнеров в соответствии с текущими климатическими условиями (отказаться от проведения работ в дождь, обратить внимание на своевременную уборку снега, располагать открываемые двери контейнеров с подветренной стороны).

Литература

1. Рекомендаций по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. – М.: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2014. – 88 с.
2. Очистка сточных вод промышленных предприятий: учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.c-z-s.ru/doc/water-treatment/study/halturina-t.i.-ochistka-stochnyih-vod-promyishlennyih-predp.pdf>, своб.



Ахмедов Мухаммаджон

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра криогенной техники и технологий сжиженного природного газа, группа № W4105
Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail:akhmedov_22-93@mail.ru

УДК 621.59

РЕГАЗИФИКАЦИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Ахмедов М.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Замарашкина В.Н.

В работе рассмотрено применение холода регазификации сжиженного природного газа для решения задач повышения эффективности работы ожижительных и воздухоразделительных установок.

Ключевые слова: природный газ, сжиженный природный газ, регазификация, холод регазификации, воздухоразделительная установка.

Обычно регазификация сжиженного природного газа (СПГ) осуществляется испарением и подогревом образовавшегося газа воздухом, газом, водой или паром, в зависимости от объема регазифицируемого газа и пути дальнейшего использования природного газа (ПГ). Однако в этом случае не используется значительное количество холода, которое заключено в СПГ. Кроме того, может быть полезно использован тот холод, который аккумулирован в парах метана при их подогреве от состояния насыщенного пара до температуры, близкой к температуре окружающей среды. По данным [1] полное количество теплоты, которое можно отнять при испарении и подогреве до $T=300$ К одного килограмма метана, составит $q_0=914,63$ кДж/кг.

Такое количество холода может быть утилизировано в различных областях промышленности, где производственные процессы построены на использовании техники низких температур.

Возможные направления утилизации холода СПГ [2]:

- применение холода СПГ для ожижения газообразных криопродуктов;

- Одним из направлений использования холода СПГ может быть ожижение таких газов, как азот, кислород и аргон, получаемых в газообразном виде на ВРУ. В этом случае работа ВРУ не связана непосредственно с работой криогенного блока регазификации СПГ, который может быть включен в работу лишь по мере необходимости, либо в зависимости от получения заданного количества жидких O_2 , N_2 или Ar , либо в связи с необходимостью рекуперации части или всего холода СПГ. Схема такой установки показана на рис. 1.

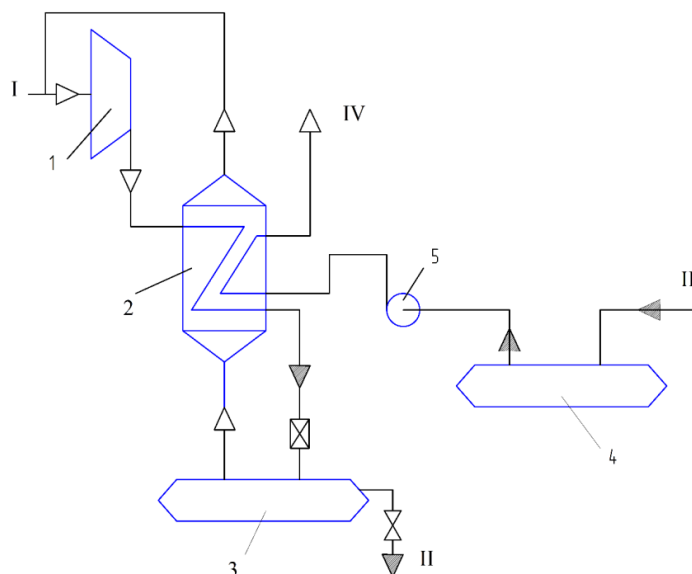


Рис. 1. Схема установки сжижения газообразных криопродуктов: I – сжижаемый газ; II – жидкий криопродукт; III – СПГ; IV – ПГ; 1 – компрессор; 2 – теплообменник; 3, 4 – емкости; 5 – насос

Ожижаемый газ сжимается до необходимого давления с помощью компрессора 1, затем охлаждается и конденсируется в противоточном теплообменнике 2, пройдя который дросселируется в емкость 3, откуда в жидком виде направляется потребителю. Сжиженный природный газ, поступающий в емкость 4, с помощью насоса 5 подается на регазификацию в теплообменник 2, где газифицируется и подогревается до температуры, близкой к температуре окружающей среды. Одновременно с потоком СПГ в теплообменник 2 в виде обратного потока подается и поток паров ожижаемого криопродукта, образовавшихся при дросселировании ожижаемого газа и за счет частичного испарения жидкости в емкости 3. Этот поток после рекуперации холода направляется во всасывающую линию компрессора 1. Такая схема регазификации является наиболее простой и типичной, если не ставятся какие-либо дополнительные условия, связанные с потребителями ПГ и жидких криопродуктов.

Холод, получаемый при регазификации СПГ, может быть использован для повышения эффективности работы ВРУ в узлах, расположенных до криогенного блока. К таким узлам относятся: блок предварительного охлаждения, где воздух может охлаждаться как перед поступлением на сжатие в компрессор, так и после компрессора; система промежуточного охлаждения воздуха между ступенями сжатия в компрессоре; охлаждение воды, используемой в концевом холодильнике компрессора, и некоторые другие.

Схема системы предварительного охлаждения воздуха, утилизирующей холод регазифицируемого СПГ, показана на рис. 2 [2].

В данной системе воздух трижды охлаждается с помощью СПГ. В теплообменнике 1 воздух перед поступлением в компрессор 4 охлаждается потоком отбросного азота, отводимого из ВРУ, который перед этим охлаждается СПГ в теплообменнике 2. Другая часть

СПГ подается в промежуточный холодильник 5 воздушного компрессора, и с ее помощью отводится часть теплоты сжатия. Окончательное охлаждение воздуха осуществляется в водяном скруббере 6, в котором вода, направляемая на орошение насосом 7, охлаждается СПГ, подаваемым в змеевик куба. Применение такого трехстадийного охлаждения позволяет уменьшить затраты энергии на сжатие воздуха в компрессоре, а понижение температуры воздуха перед криогенным блоком увеличивает величину дроссель-эффекта.

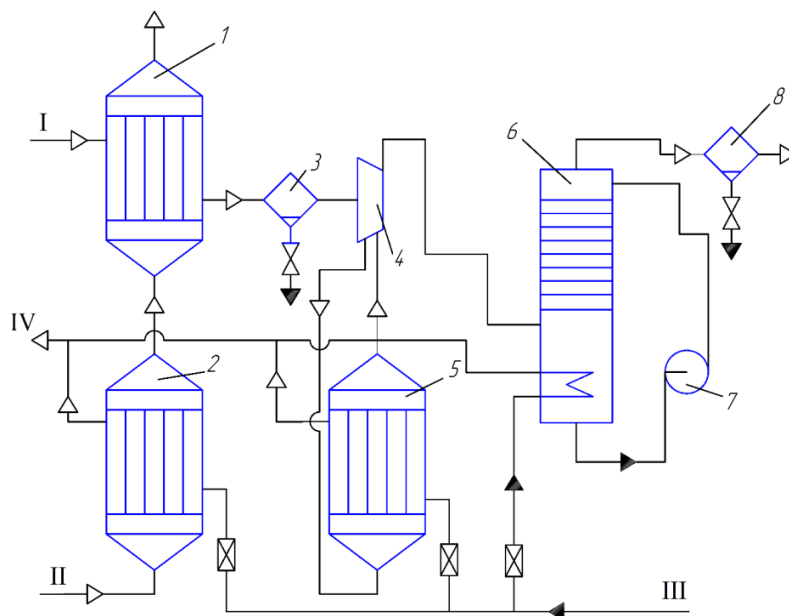


Рис. 2. Схема системы предварительного охлаждения воздуха: I – воздух; II – газообразный азот; III – СПГ; IV – ПГ; 1, 2 – теплообменник; 3, 8 – влагоотделители; 4 – компрессор; 5 – холодильник; 6 – водяной скруббер; 7 – насос

Утилизация холода СПГ в установках разделения воздуха, получающих газообразные криопродукты, позволяет обеспечить компенсацию холодопотерь за счет внешнего источника, что может существенно повысить эффективность ВРУ. Например, применительно к установкам низкого давления использование холода СПГ позволяет отказаться от применения в схеме турбодетандера (рис. 3) и обеспечить лучшие условия работа узла ректификации [2].

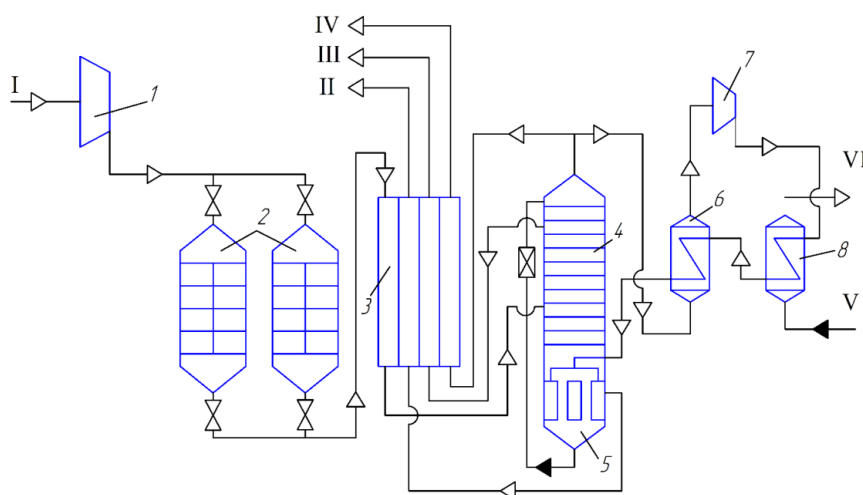


Рис. 3. Схема ВРУ низкого давления для получения газообразных O_2 и N_2 с использованием холода регазифицируемого СПГ: I – воздух; II – газообразный O_2 ; III – отбросной N_2 ; IV – чистый N_2 ; V – СПГ; VI – ПГ; 1, 7 – компрессоры; 2 – адсорберы; 3, 6, 8 – теплообменники; 4 – ректификационная колонна; 5 – конденсатор-испаритель

Атмосферный воздух сжимается в компрессоре 1, осушается и очищается от CO_2 в двух попеременно работающих адсорберах 2 и после охлаждения в теплообменнике 3 до состояния, близкого к насыщению, подается в среднюю часть колонны однократной ректификации 4. Продукты разделения воздуха отводятся из колонны и подогреваются до температуры, близкой к температуре окружающей среды, в теплообменнике 3. Часть чистого азота, отводимого из колонны 4, поступает во флегмообразующий контур установки. Этот контур включает в себя теплообменники 6 и 8, низкотемпературный азотный компрессор 7 и конденсатор-испаритель 5. Теплота сжатия от азота отводится в теплообменнике 8, охлаждаемом СПГ. Применение в схеме процесса низкотемпературного сжатия приводит к снижению энергозатрат на получаемые криопродукты.

Литература

1. Акулов Л.А., Борзенко Е.И., Новотельнов В.Н., Зайцев А.В. Теплофизические свойства криопродуктов. – СПб.: Политехника, 2001. – 243 с.
2. Акулов Л.А. Установки и системы низкотемпературной техники. Ожижение природного газа и утилизация холода сжиженного природного газа при его регазификации: учеб. пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2006. – 175 с.



Ахметжанова Айгерим Талгаткызы

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, группа № Т4242

Направление подготовки: 19.04.02 – Продукты питания из растительного сырья

e-mail: aigera_06.06_93@mail.ru



Савкина Олеся Александровна

Год рождения: 1984

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, к.т.н., ассистент

e-mail: 1103savkina@mail.ru

УДК 664.642; 664.654

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАКВАСОК НА КАЧЕСТВО ХЛЕБА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ С КРЕПКОЙ КЛЕЙКОВИНОЙ

Ахметжанова А.Т.

Научный руководитель – к.т.н., ассистент Савкина О.А.

В работе рассмотрено влияния протеолитической активности пшеничных заквасок на качество хлеба из муки с крепкой клейковиной. Установлена зависимость биотехнологических показателей полуфабрикатов и готовых изделий на заквасках от качества клейковины пшеничной муки. Показано, что применение заквасок при переработке муки с крепкой клейковиной позволяет интенсифицировать процесс брожения теста, улучшить его реологические свойства, повысить объем и пористость хлеба.

Ключевые слова: углеводно-амилазный и белково-протеиназный комплексы, белковые вещества, протеолитические ферменты, активаторы и ингибиторы протеолитических ферментов.

Качество пшеничного хлеба определяется его объемом, формой, окраской корки, цветом и эластичностью мякиша, пористостью, вкусом и запахом. Пшеничная мука с хорошими хлебопекарными свойствами позволяет получить хлеб, отвечающий перечисленным показателям качества. Хлебопекарные свойства муки зависят от состояния углеводно-амилазного и белково-протеиназного комплексов. Белковые вещества муки во время замеса и последующей отлежки или брожения теста способны интенсивно набухать. При этом нерастворимые в воде фракции белкового вещества муки (глиадиновая и глютеиновая) образуют упругую, пластичную, способную растягиваться массу, называемую клейковиной. Клейковина определяет реологические свойства теста и структуру пористости мякиша хлеба. Для получения хлеба высокого качества клейковина должна быть эластичной, упругой, со средней растяжимостью (I и II классов). Процесс брожения теста из муки с крепкой и короткорвущейся клейковиной протекает медленно, эластичность теста снижена [1, 2].

Для интенсификации процесса созревания теста, улучшения набухания клейковины перспективным шагом является использование пшеничных заквасок. Молочнокислые бактерии обладают протеолитической активностью, в связи с чем применение заквасок с использованием чистых культур молочнокислых бактерий позволит воздействовать на качество клейковины в тесте.

Целью работы явилось изучение влияния пшеничных заквасок на биотехнологические показатели теста и хлеба из муки с крепкой клейковиной.

Объектами исследования явились 7 штаммов промышленноценных штаммов молочнокислых бактерий из коллекции Санкт-Петербургского филиала ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности, используемые для приготовления пшеничной густой закваски и концентрированной молочнокислой закваски (КМКЗ), закваски, тесто и хлеб пшеничный, а также мука пшеничная высшего сорта с ИДК 45 и 70 ед.

О протеиназной активности штаммов молочнокислых бактерий, используемых для выведения пшеничной густой закваски и КМКЗ, судили по накоплению аминного азота в питательной смеси из муки пшеничной первого сорта и воды влажностью 80% через 0, 8, 16 и 24 ч (рис. 1). Чтобы исключить влияние на нарастание аминного азота спонтанной микрофлоры муки и действие собственных ферментов муки ставили две контрольные пробы: одна без внесения чистых культур микроорганизмов, в которой развивалась «фоновая», спонтанная микрофлора муки, и вторая, в которой жизнедеятельность спонтанной микрофлоры муки подавляли за счет внесения толуола (5%), а накопление аминного азота происходило за счет собственных амилаз муки. Значение показателя в контрольных образцах учитывали при вычислении количества аминного азота в опытах.

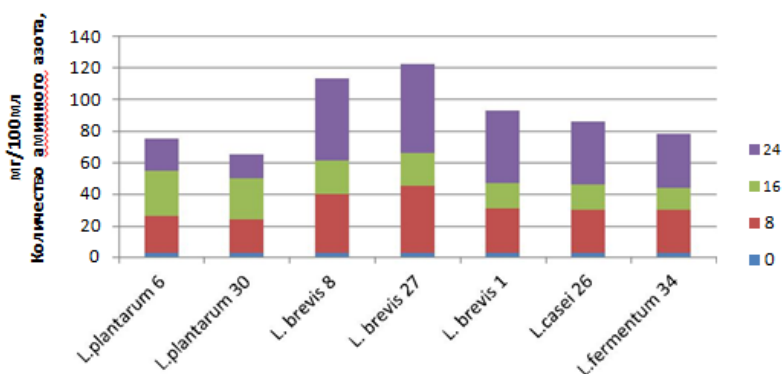


Рис. 1. Исследование протеолитической активности молочнокислых бактерий по нарастанию аминного азота в питательной среде из пшеничной муки и воды влажностью 80% при температуре 30°C

Установлено, что штаммы, используемые для густой пшеничной закваски, образуют больше аминного азота, чем штаммы для КМКЗ. Наибольшее количество аминного азота образовалось у штаммов *L. brevis* 8 и *L. brevis* 27, а наименьшее у штамма – *L. plantarum* 30.

Исследование содержания азота в заквасках в процессе брожения показало (рис. 2), что количество аминного азота во всех исследуемых образцах увеличивалось, следовательно, процессы гидролитического распада белков идут более интенсивно, чем поглощение аминокислот микроорганизмами заквасок.

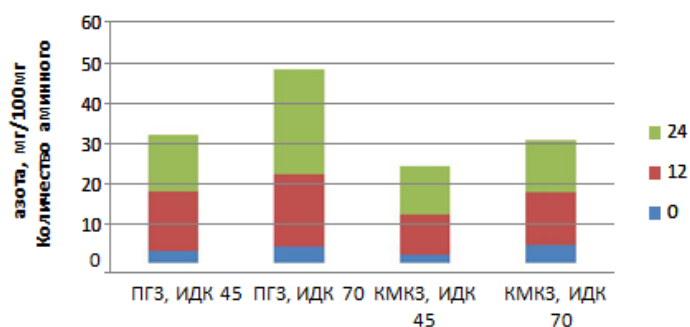


Рис. 2. Исследование содержания аминного азота в процессе брожения заквасок из муки разного качества

Исследования влияния качества муки на биотехнологические показатели заквасок показали (рис. 3), что кислотонакопление в заквасках из муки с крепкой клейковиной (ИДКА 45 ед.) шло медленнее, увеличение заквасок в объеме также замедлялось, а подъемная сила пшеничной густой закваски также ухудшалась.

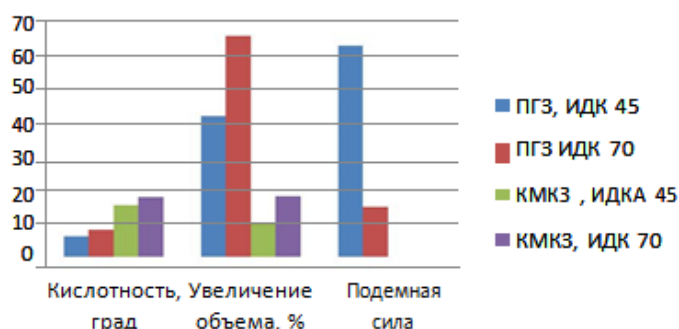


Рис. 3. Влияние качества муки на биотехнологические показатели заквасок

При исследовании влияния качества муки на биотехнологические показатели теста установлено (рис. 4), что кислотонакопление в тесте на муке с крепкой клейковиной протекало менее интенсивно. Однако в тесте на заквасках кислотность была выше, чем в контрольном тесте, приготовленном безопасным способом и на опаре. Установлено, что обе закваски оказывают протеолитическое действие на клейковинные белки, повышая распыляемость теста по сравнению с контрольными образцами. Таким образом, применение заквасок позволяет улучшить процесс кислотонакопления в тесте из муки с крепкой клейковиной.

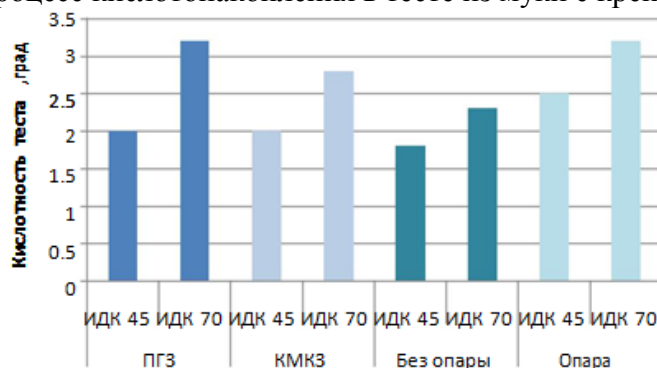


Рис. 4. Влияние качества муки на кислотность теста

Процесс брожения и расстойки теста из муки с крепкой клейковиной протекал медленно. Использование заквасок позволило ускорить процесс расстойки. Кроме того, у

контрольных образцов без опары и с опарой поверхность теста была неровной, с разрывами, эластичность снижена, а у образцов с закваской эти дефекты отсутствовали.

Таблица. Влияние качества муки на показатели хлеба пшеничного

Наименование показателей	Значения показателей качества хлеба приготовленного							
	ПГЗ		КМКЗ		Без опары		На опаре	
	при использовании муки с ИДК							
	45	70	45	70	45	70	45	70
Кислотность, град.	2,0	3,0	1,8	2,9	1,6	2,0	1,8	2,6
Пористость, %	63	80	70	79	51	77	58	79
Удельный объем, см ³ /г	2,6	3,0	3,0	3,0	2,3	2,9	2,4	3,0
Сжимаемость, ед. пенетromетра AP 4/1	45	75	40	72	28	72	37	75

В результате исследования влияния качества муки на качество хлеба (таблица) установлено, что контрольные образцы хлеба на муке с крепкой клейковиной имели низкие кислотность, пористость, объем, бледную корку, плотный мякиш со слаборазвитой пористостью. Применение заквасок, особенно ПГЗ, позволило улучшить эти показатели.

Приведенные данные свидетельствует о целесообразности применения пшеничной густой закваски и КМКЗ при переработке муки с крепкой и короткорвущейся клейковиной.

Литература

1. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий / Под общ. ред. Косована А.П. – М.: ОАО «Московская типография № 2», 2008. – 268 с.
2. Поландова Р.Д., Дремучева Г.Ф., Карчевская О.Е. и т.д. Технологические рекомендации по улучшению качества хлебобулочных изделий из муки с пониженными хлебопекарными свойствами. – М.: Вторая типография, 2010. – 96 с.



Богданов Павел Андреевич

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, группа № Т4102

Направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

e-mail: pav710323@mail.ru

УДК 637.52(075.8)

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ХРАНИЛИЩАМИ ДЛЯ ПРОДУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Богданов П.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Лазарев В.Л.

Работа направлена на повышение эффективности функционирования системы управления многофункциональными хранилищами. Рассмотрены особенности протекания процесса хранения различной продукции, которые обусловлены значительным разбросом значений технологических параметров в объеме камер хранения. С учетом этого сформулированы дополнительные компоненты задачи управления и предложены подходы для их решения.

Ключевые слова: пищевое сырье, хранение, управление, энтропийные потенциалы.

Фрукты, овощи, а также другая продукция растительного происхождения являются ценными продуктами питания, так как содержат комплекс витаминов, необходимых для поддержания здоровья человека. Для снабжения населения страны такой продукцией требуется не только выращивать достаточное количество фруктов и овощей, но и сохранять их в течение длительного периода [1]. Для ее хранения существуют и разрабатываются специальные хранилища, которые классифицируются:

- по виду хранимой продукции (овощи, фрукты, зерно и др.);
- по длительности хранения (краткосрочные, долгосрочные);
- по способу хранения (в контейнерах, «навалом»).

Эффективность хранения продукции в значительной мере определяется качеством поддержания температурно-влажностного режима воздушной среды в хранилищах. Отклонения от заданных уставных значений параметров в обе стороны чреваты появлением брака. При излишнем понижении температуры продукция может подвергаться подмораживанию. При превышении температур могут возникать очаги загнивания. При нарушении влажностного режима возможны, как загнивание, так и обезвоживание продукции, т.е. потеря массы, что ведет к ухудшению внешнего вида, вкусовых качеств и к экономическим потерям. В настоящее время перспективными являются многофункциональные хранилища, у которых основное помещение поделено на отдельные секции, где можно хранить различные виды продукции, с возможностью установки и управления необходимыми режимами хранения в зависимости от заложенного продукта. Основными технологическими параметрами при хранении продукции являются: температура, влажность и состав атмосферы в камере хранения. В овощехранилищах для краткосрочного хранения продукция хранится 3–4 месяца в основном навалом. Потери при этом достигают 5–7%. При увеличении срока хранения резко возрастают потери и снижается качество овощей. В хранилищах длительного периода продукция хранится в контейнерах до 9 месяцев при тех же 5–7% потерь, сохраняя при этом на должном уровне свое качество.

В настоящее время производятся хранилища со встроенными системами регулирования и управления основными технологическими параметрами. В их состав входят соответствующие датчики, исполнительные устройства для внесения управляющих воздействий, блоки управления и др. Наличие таких систем позволяет осуществлять поддержание параметров на заданном уровне с требуемой точностью в заданных точках помещения (обычно в местах установки соответствующих датчиков). Для обеспечения равномерности распределения параметров в помещении используются системы естественной или принудительной вентиляции. Реализация основных этапов технологии хранения продукции, например охлаждения, хранения, прогрева, осуществляется путем изменения уставных значений параметров в блоке управления. По изначальному замыслу такой подход к организации управления должен обеспечивать надлежащее качество хранения на всех этапах. Однако наличие возмущающих воздействий, которые могут проявляться в реальных производственных условиях, приводят к серьезным нарушениям режимов хранения и, в конечном счете, появлению брака. Таковыми являются: неравномерность загрузки хранилища, приводящая к нарушению режимов вентиляции; притоки наружного воздуха через загрузочные люки, возникающие при частичной загрузке и выгрузке продукции в процессе хранения и др. В результате действия таких возмущений могут возникать значительные разбросы значений температур, влажности, состава газовой среды в объеме хранения. Потому для дальнейшего совершенствования управления процессом хранения необходимо дополнительно реализовать следующие подзадачи.

1. Выбрать критерий для описания разброса, состояния неопределенности параметров в контролируемом объеме и методики оперативного получения его оценок на практике.

2. Разработать рекомендации по организации управления состояниями неопределенности на основе выбранного критерия.

В результате проведенных исследований [2, 3], для описания состояния неопределенности параметра x в контролируемом объеме (например, температуры, влажности и др.), предложено использовать величину комплексного энтропийного потенциала (КЭП) – L_{Δ} .

$$L_{\Delta} = \frac{K_e \sigma}{|X_n|}, \quad (1)$$

где K_e – энтропийный коэффициент, характеризующий «вариативные» свойства закона распределения параметра, предсказуемость появления тех или иных его значений. Методики определения величин K_e в различных ситуациях рассмотрены в работах [3–5]; σ – величина среднеквадратичного отклонения параметра (СКО); X_n – базовое или уставное значение параметра, на «фоне» которого рассматривается состояние неопределенности. Достоинство использования величины L_{Δ} для организации управления состоянием неопределенности состоит в том, что она позволяет учесть в едином комплексе вариативные свойства закона распределения параметра, характеристику его рассеяния и базовое значение. Увеличение L_{Δ} свидетельствует о возрастании «уровня» состояния неопределенности и, наоборот.

Организация управления на основе предложенного критерия L_{Δ} предусматривает внесение управляющих воздействий или коррекции свойств системы или ее элементов для целенаправленного изменения значений величин K_e и σ . В качестве таковых, например, могут рассматриваться установка дополнительных поворотных экранов и направляющих для изменения циркуляций потоков газовой среды в камере. Их перемещение, например, позволит изменять величину K_e температуры газовой среды в камере. Для уменьшения величины σ может быть реализована установка дополнительных шлюзовых отсеков перед загрузочными люками для «ослабления» действия возмущений, поступающих по каналу притока наружного воздуха и др. Состоятельность предлагаемого подхода подтверждается результатами исследований для ряда объектов и процессов в различных сферах [2, 4–6].

Внедрение предлагаемого подхода будет способствовать повышению эффективности функционирования систем управления хранилищами и, следовательно, снижению потерь продукции растительного происхождения при хранении.

Литература

1. Широков Е.П. Технология хранения и переработки овощей с основами стандартизации. – М.: Агропромиздат, 2008. – 280 с.
2. Лазарев В.Л. Исследование систем на основе энтропийных и информационных характеристик // Журнал технической физики. – 2010. – Т. 80. – № 2. – С. 1–7.
3. Лазарев В.Л., Грахольская Т.А., Травина Е.А., Фролков Н.А. Использование когнитивных образов состояний систем в пространстве параметров энтропийных потенциалов для организации мониторинга и управления // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2015. – № 4. – С. 54–61.
4. Кулаков В.Г., Лазарев В.Л., Федулин В.А. Энтропийные модели в исследовании социальных систем // Вопросы статистики. – 2010. – № 10. – С. 47–50.
5. Лазарев В.Л. Робастные системы управления в пищевой промышленности: учебное пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2003. – 150 с.
6. Лазарев В.Л. Совершенствование управления с использованием характеристик энтропийных потенциалов. Адаптация к специфике биотехнологической промышленности // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 4. – С. 68–73.

**Богомолов Сергей Владимирович**

Год рождения: 1990

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № Т4112

Направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: bogomolovfish@yandex.ru

**Гусева Виталина Павловна**

Год рождения: 1992

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № Т4209

Направление подготовки: 19.04.02 – Продукты питания из растительного сырья

e-mail: vitalina.gusewa2016@ yandex.ru

**Корниенко Ксения Олеговна**

Год рождения: 1991

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № Т4209

Направление подготовки: 19.04.02 – Продукты питания из растительного сырья

e-mail: kornienko.xeniya2016@ yandex.ru

**Гулькиова Полина Исаевна**

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, к.т.н., доцент

e-mail: polinagunkova@mail.com

УДК 637.523

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБИОТИКОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ МЯСНЫХ И РЫБНЫХ БЛЮД**Богомолов С.В., Гусева В.П., Корниенко К.О., Гулькиова П.И.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Гулькиова П.И.**

В работе приведены направления применения пробиотических бактериальных культур в пищевых биотехнологиях. Представлены требования, предъявляемые к пробиотическим микроорганизмам и пути их воздействия на организм человека. Перечислены функции стартовых культур в процессах подготовки мясного сырья и формирования свойств готового продукта. Обозначены перспективы использования пробиотиков в технологиях мясных и рыбных блюд.

Ключевые слова: пробиотики, стартовые культуры, функциональные продукты питания, мясные и рыбные продукты.

В настоящее время наблюдается ухудшение здоровья людей вследствие плохой экологии, низкой подвижности, старения населения и др. Это требует создания новых, доступных и безопасных способов поддержания здоровья. Одним из таких способов является использование в технологиях производства продуктов питания пробиотиков. К пробиотикам относятся живые микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, обладающие антагонистической

активностью по отношению к болезнетворной микрофлоре и благоприятно воздействующие на здоровье людей. Термин «пробиотики» предложили применять в 1977 г. Ричард и Паркер, а использовать живые микроорганизмы рекомендовали раньше – в 1965 г. К пробиотическим культурам относятся бифидобактерии (*Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* и др.), лактобактерии (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum* и др.), пропионовокислые бактерии (*Propionibacterium freudenreichii*, *Propionibacterium shermanii*, *Propionibacterium thoenii* и др.) и др. [1, 2].

Способность пробиотиков к поддержанию хорошего состояния здоровья у людей всех возрастов объясняется их антагонизмом по отношению к патогенным и условно-патогенным микробам и образованием ими различных биологически активных веществ, в том числе витаминов. Антагонистическая активность пробиотических микроорганизмов обуславливается следующими факторами: образованием антибиотиков, молочной и уксусной кислот, жирных кислот с короткой цепью, витаминов (группы В, фолиевой кислоты, К, биотина и др.). Пробиотические культуры проявляют антимуtagenную активность. Наивысшей антимуtagenной активностью обладают клетки бифидобактерий. Лактобактерии и бифидобактерии связывают афлатоксины и опасные пищевые контаминанты. Ферменты пробиотических бактерий катализируют биохимические реакции, подавляющие превращение химических веществ в канцерогены (нитрозаминов до родственных им вторичных аминов и пр.). Молочнокислые бактерии способствуют предотвращению окислительных процессов. По некоторым данным лактобактерии и термофильные стрептококки ингибируют окисление мембран эритроцитов и липопротеинов, способствуют снижению содержания глюкозы и общего количества холестерина. Продукты жизнедеятельности лакто- и пропионовокислых бактерий содействуют нормализации обмена веществ [1–3].

Для возможности использования в пищевых биотехнологиях пробиотики должны быть устойчивыми к желчи и высоким значениям pH, а также иметь хорошую адгезивную способность к слизистой оболочке кишечника [1, 3, 4].

Исследованиями отечественных и зарубежных ученых установлено, что продукты питания с пробиотическими свойствами оказывают стимулирующее влияние на иммунитет; снижают активность ферментов кишечной микрофлоры, участвующей в синтезе канцерогенных соединений; снижают риск возникновения рака толстой кишки и молочной железы; выводят из организма человека токсичные вещества [2].

На рынке функциональных продуктов питания с пробиотическими культурами первое место занимают кисломолочные напитки. Получили развитие технологии мороженого, десертов на молочной основе, творожных продуктов с пробиотиками. Большое место принадлежит пребиотическим продуктам, содержащим фруктовые и овощные соки и пюре; растительные (соевые) белки; пищевые волокна. Известны исследования по применению стартовых культур при производстве мясных и рыбных продуктов [1–5]. Однако мясные и рыбные пробиотические продукты на рынке практически отсутствуют и технологии использования пробиотических микроорганизмов при их производстве представляют интерес.

Пробиотики участвуют в биохимических превращениях компонентов мяса, в результате которых образуются антимикробные вещества, подавляющие развитие патогенной и технически вредной микрофлоры, а также соединения, обуславливающие вкус, аромат, консистенцию, хранимособность мясных и рыбных продуктов. Пробиотические бактерии, развиваясь в мясе, продуцируют бактериоцины, противогрибковые и противовирусные вещества, витамины и проявляют высокую антимуtagenную активность. *Lactobacillus casei* имеет способность расщеплять как легкоусвояемые белки мышечной ткани, так и трудноусвояемые белки соединительной ткани с образованием экзоферментов и снижением pH мяса. Таким образом, введение пробиотиков в состав стартовых мясных культур обеспечивает вместе с высокими качественными показателями продукта: приятным вкусом и ароматом, стабильным цветом, хорошей консистенцией, и необходимые функциональные свойства: усвояемость питательных

веществ в желудочно-кишечном тракте человека, подавление там гнилостных и других болезнетворных микробов. Исследования показали, что введение в мясной фарш устойчивых к действию кислоты желудочного сока и желчным кислотам молочнокислых палочек *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus anylovorus*, *Lactobacillus gallinarum*, *Lactobacillus gasserii* приводит к получению высококачественного продукта с антимикробным и противоопухолевым действием. Использование при выработке полуфабрикатов из свинины и баранины бактериальных культур, содержащих *Lactobacterium coprostanoligenes* и различные виды рода *Lactobacillus* приводит к снижению уровня холестерина в продукте до 55%. Доказано, что культура *Lactobacillus plantarum* подавляет жизнедеятельность *Escherichia coli*, гнилостных бактерий и плесневых грибов на поверхности мясных и рыбных изделий. Некоторые штаммы *Lactobacillus sakei* продуцируют сакаин, губительно действующий на *Listeria* в сырых мясных и рыбных продуктах, упакованных в модифицированные газовые среды. Стартовые культуры, состоящие из штаммов *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus xylosum*, *Pediococcus pentosaceus* способны снижать количество биогенных аминов в ферментированных мясных и рыбных продуктах [2–4].

Бактериальные культуры могут наноситься на поверхность продукта после термообработки путем разбрызгивания спреями или окунающими; распыляться во время процесса нарезания продукта; вноситься непосредственно в продукт вместе с сухими ингредиентами; добавляться в рассол или в посолочную смесь [3, 5]. В настоящее время проводятся исследования по применению пробиотических культур с различным видовым и штаммовым составом при выработке мясных и рыбных блюд.

Литература

1. Горбатова К.К. Молочная терминология: энциклопедический словарь-справочник. – СПб.: ГИОРД, 2013. – 232 с.
2. Хамагаева И.С., Ханхалаева И.А., Заиграева Л.И. Использование пробиотических культур для производства колбасных изделий. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 204 с.
3. Машенцева Н.Г., Клабукова Д.Л. Стартовые культуры в мясных технологиях // Мясные технологии. – 2015. – № 3. – С. 30–35.
4. Титов Е.И., Колотвина С.В., Машенцева Н.Г., Семёньшева А.И., Нгуен Тхи Минь Кхань. Стартовые культуры, снижающие холестерин, в мясных продуктах [на примере производства ферментированного сыровяленого продукта из свинины] // Мясная индустрия. – 2012. – № 2. – С. 22–25.
5. Солихов Д.Н., Васканов В.А., Гунькова П.И., Ишевский А.Л. Изучение влияния стартовых культур на санитарно-микробиологические показатели рыбного фарша // Кишоварз (Земледелец). – 2015. – № 2. – С. 34–36.



Болдырева Полина Игоревна

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии и техносферной безопасности, группа № А4205

Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность

e-mail: apolinarybold@gmail.com

УДК 550.47

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОЗЕР

Болдырева П.И.

Научный руководитель – к.географ.н., доцент Банарь С.А.

В работе рассмотрено содержание макроэлементов (K, Si, Ca, P, S, Mg, Na) и микроэлементов (Fe, Mn, Ni, Cr, Cu, Sr, Zn, Ba, Ti, Rb) в высших водных растениях ряда озер Ленинградской области. В

ходе работы были рассчитаны коэффициенты биологического накопления химических элементов для различных видов прибрежно-водных растений.

Ключевые слова: коэффициент биологического накопления, микроэлементы, макроэлементы, макрофиты, биогеохимическая индикация.

Санкт-Петербург и Ленинградская область расположены в Северо-Западном озерном районе, который также называют Озерным краем, в котором отношение площади зеркала озер и других водоемов ко всей площади в относительных единицах, т.е. озерность составляет 12,6% [1]. Озера являются одним из важнейших компонентов природной среды, на который в настоящее время оказывается растущее негативное воздействие, поэтому для данного региона задача охраны и оценки состояния водных объектов особенно важна.

В основе эколого-биогеохимической оценки состояния окружающей среды лежат анализ химического состава живых организмов и определение интенсивности аккумуляции поллютантов. Водные экосистемы, будучи конечным звеном миграции загрязняющих веществ, могут служить индикаторами современной экологической ситуации, складывающейся на примыкающих к ним территориях под воздействием природных и техногенных процессов. Высшая водная растительность изменяет физико-химические параметры среды в процессе фотосинтеза, поглощает и выделяет биогенные элементы и растворенные органические вещества из воды, выносит их из донных отложений в водную толщу, концентрирует микроэлементы в тканях и клетках [2].

При проведении биогеохимических исследований в конкретных условиях одной из основных задач является выявление региональных фоновых содержаний химических элементов. Наибольший интерес в этом аспекте представляют особо охраняемые природные территории. Именно сравнение содержаний поллютантов в фоновых и антропогенно нарушенных местообитаниях позволяет дать качественную и количественную оценку характера загрязнения [3].

Исходя из этого, целью исследований была биогеохимическая оценка состояния озер, находящихся на территории заказника «Гряда Вярмянселькя» и природного парка Вепский лес, оценка возможности использования полученных результатов исследования в качестве фоновых.

Объектами исследования стали пять водоемов Ленинградской области, четыре из которых расположены в природном парке Вепский лес: Кисельярви, Капшозеро, Харагинское, Лигоярви и озеро Берестовое, расположенное на территории заказника «Гряда Вярмянселькя». На рис. 1 приведена карта-схема расположения водоемов.

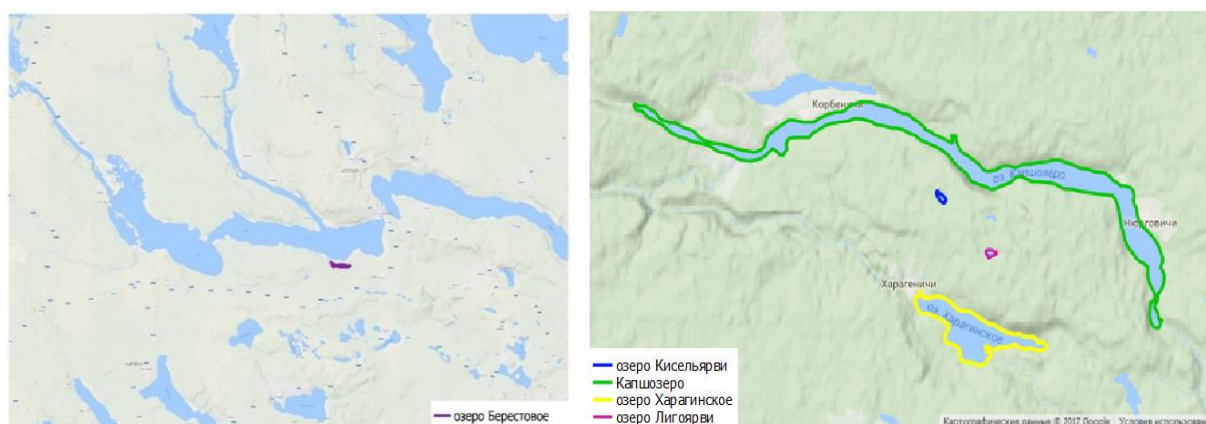


Рис. 1. Карта-схема расположения исследуемых водоемов Ленинградской области

В июне 2016 года для исследований было отобрано 29 проб растений следующих видов: тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin.), осока (*Carex* sp.), ежеголовник (*Sparganium* sp.), кизляк кистецветный (*Naumburgia thyrsoiflora* (L.) Reichenb), кубышка

желтая (*Nuphar luteum* (L.) Smith), горец (*Polygonum* sp.), уруть колосистая (*Myriophyllum spicatum* L.), частуха подорожниковая (*Alisma plantago aquatica*). Также для анализа химического состава было отобрано восемь проб воды из исследуемых водоемов и две пробы донных отложений.

В целях подготовки проб растений к химическому анализу они были высушены до воздушно-сухого состояния и измельчены. Далее пробы озолялись сухим способом в фарфоровых тиглях в муфельных печах при температуре 400–450°C. Для получения однородной представительной пробы зола была перетерта в агатовой ступке. Методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной (ICPE-9000) плазмой произведен количественный элементный анализ воды. Определены содержания Ca, K, Si, Fe, Mn, Sr и Zn.

Методом фундаментальных параметров определялись концентрации макроэлементов (K, Si, Ca, P, S, Mg, Na) и микроэлементов (Fe, Mn, Ni, Cr, Cu, Sr, Zn, Ba, Ti, Rb) в донных отложениях и золе растений рентгенофлуоресцентным анализом на спектрометре XRF 1800.

Содержание макроэлементов в макрофитах различных водоемов можно представить в виде следующих рядов для озер Кисельярви, Лигоярви: K>Ca>Si>Cl>Mg>P>S>Na>Al; для озер Капшозеро, Харагинское: K>Ca>Cl>Si>P>Mg>Na>S>Al; для озера Берестового: K>Ca>Si>Mg>Cl>Na>P>S>Al (таблица).

В листьях макрофитов отмечаются повышенные концентрации Fe, Mn, Ba относительно других микроэлементов, их средние концентрации составили 842 мг/кг, 853 мг/кг, 257 мг/кг соответственно.

Таблица. Концентрация микроэлементов в листьях макрофитов (в числителе приведены минимальная и максимальная концентрация для данного вида, в знаменателе – средняя концентрация), мг/кг сухого вещества

Название озера	Mn	Fe	Cr	Ba	Cu	Rb	Zn
Кисельярви	1592–406	651–190	16–10	308–75	18–11	81–21	99–47
	973	375	13	156	15	52	68
Капшозеро	2884–461	3472–380	32–11	573–64	13–9	133–34	129–58
	1311	1337	20	329	11	76	83
Лигоярви	2034–341	633–149	18–6	263–64	15–8	89–17	107–46
	984	316	12	158	12	48	81
Харагинское	706–285	265–186	16–14	420–420	21–21	80–9	85–56
	495	225	15	420	21	45	70
Берестовое	885–149	9386–167	21–10	315–93	18–8	126–0	221–39
	505	1956	16	221	12	40	89

Средние концентрации Cr, Zr, Cu, Ni составляют менее 20 мг/кг. В прибрежно-водных растениях Капшозера и Берестового содержание Ti выше, чем в макрофитах других исследованных нами озер. Значения остальных химических элементов в водных растениях изученных озер варьируют незначительно, что представлено на рис. 2.

Также было выявлено, что наибольшими концентрациями макро- и микроэлементов характеризуются листья кубышки желтой и частухи подорожниковой.

Коэффициент биологического накопления (КБН), показывающий отношение содержания химического элемента в золе растения к кларку литосферы, позволяет определить особенности поглощения химических элементов растениями. Растения поглощают Zn, Ba, Br интенсивнее, чем другие химические элементы (для кубышки – КБН Zn–48, КБН Br – 108, для урути КБН Zn–64, КБН Ba – 91, КБН Br – 90).

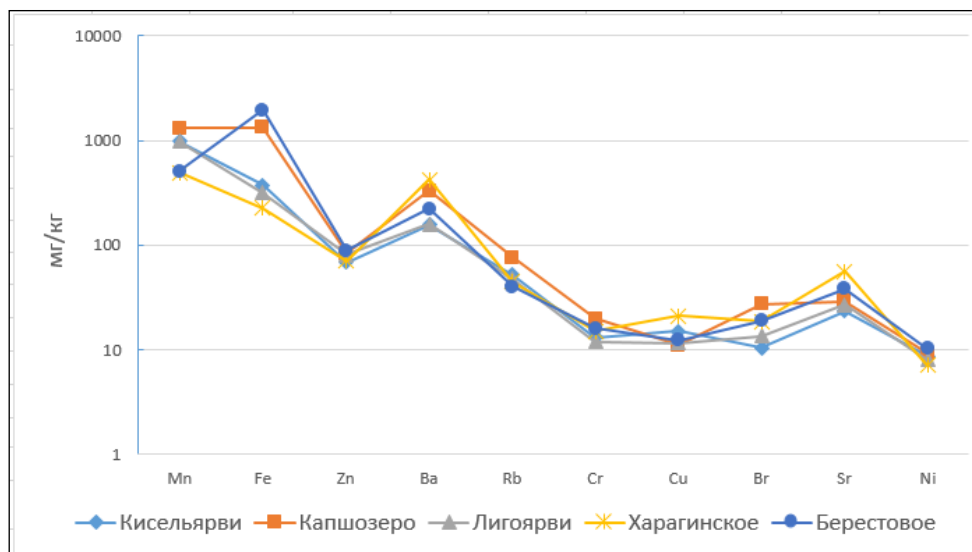


Рис. 2. Средние концентрации микроэлементов в макрофитах, обитающих в изученных озерах, мг/кг сухого вещества

Определено содержание химических элементов в водных растениях исследуемых водоемов. Полученные данные говорят об избирательном накоплении химических элементов. Наибольшим коэффициентом биологического накопления характеризуются макроэлементы, а также микроэлементы Zn, Ba, B.

Результаты проведенного исследования могут быть использованы в качестве фоновых значений при осуществлении эколого-геохимической оценки экосистем городских водоемов.

Литература

1. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометиздат, 1978. – 308 с.
2. Золотухина Е.Ю. Тяжелые металлы в водных растениях (аккумуляция и токсичность). – М.: Диалог-МГУ, 1998. – 202 с.
3. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. – 266 с.



Булочникова Татьяна Александровна

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: Bulochnikova.tatyana95@mail.ru



Трохов Евгений Сергеевич

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: mr.mango55@mail.ru

**Утегенова Наилья**

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**Сергиенко Ольга Ивановна**

Год рождения: 1957

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент
e-mail: oisergienko@ya.ru

УДК 338.439.4

**ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ****Булочникова Т.А., Трохов Е.С., Утегенова Н., Сергиенко О.И.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Сергиенко О.И.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

Рассмотрены хорошие практики для достижения ресурсоэффективности на хлебопекарных предприятиях. Приводятся результаты, полученные на финских пекарнях и в российских компаниях, которые докладывались и обсуждались в рамках международного проекта «Экологическая ответственность и ресурсная эффективность компаний».

Ключевые слова: ресурсосбережение, ресурсная эффективность, хлебопекарное предприятие, энергоэффективность, устойчивое развитие.

Ключевым элементом в повышении ресурсной эффективности является экологическое управление на уровне компании, составление экологических планов и, собственно, измерение использования ресурсов. Это полезно для акцентирования внимания на критических факторах, которые оказывают наибольшее влияние на эффективность.

В Финляндии существуют небольшие пекарни, стремящиеся развиваться устойчиво; они используют сырье, произведенное с применением энергии, полученной из возобновляемых источников. Количество отходов на таких предприятиях мало, и они не опасны. Этот вид хлебобулочных предприятий эффективно использует ресурсы, что способствует получению прибыли. Рабочие получают зарплату достаточную для хорошей жизни.

На рис. 1 приведена схема материальных потоков хлебопекарного предприятия, для устойчивого функционирования которого необходимо замыкание ресурсных цепочек с превращением линейной бизнес-модели в циркулярную. Технологические и экологические инновации должны охватывать, по возможности, все потоки ресурсов, включая энергетические и водные, образование отходов и сточных вод, обеспечивая тем самым воспроизведение основополагающего принципа природоподобной безотходности.

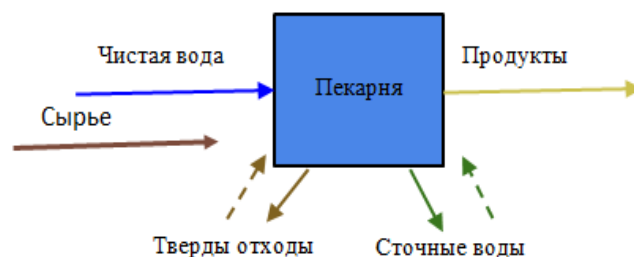


Рис.1. Материальные потоки на хлебопекарном предприятии

На большинстве крупных российских предприятий на долю хлебопекарных печей, охладителей и холодильного оборудования приходится основная часть энергопотребления; на втором месте стоят электроприводы мешалок и вентиляторов (рис. 2). В структуре энергопотребления отрасли 5–10% составляет электроэнергия, 90–95% – природный газ и тепловая энергия.

Для повышения ресурсной эффективности хлебопекарного предприятия рекомендуются меры по сокращению энергопотребления (табл. 1).

Таблица 1. Меры по сокращению потребления электроэнергии

Мероприятия	Экономия
Пневматическая бестарная транспортировка муки	До 50%
Воздуходувки для пневмотранспорта муки	До 50%
Компактные холодильные установки, находящиеся вне помещения в прохладном, затененном месте	До 30%
Регулярное техническое обслуживание	10%
Газовые нагреватели	20%
Утилизация тепла уходящих газов	7%
Проверка наличия утечек	До 30%
Охлаждение изделий в несколько этапов	20%

Предприятиям, взявшим на вооружение системный подход к сокращению потребления воды, обычно удается снизить водопотребление на 20–50%. Сокращая объемы потребляемой воды, предприятие экономит на затратах на водоснабжение, водоотведение, на эксплуатационных издержках насосного оборудования, а также снижает вредное воздействие на окружающую среду.

В табл. 2 показаны типичные способы экономии воды на хлебопекарных предприятиях.

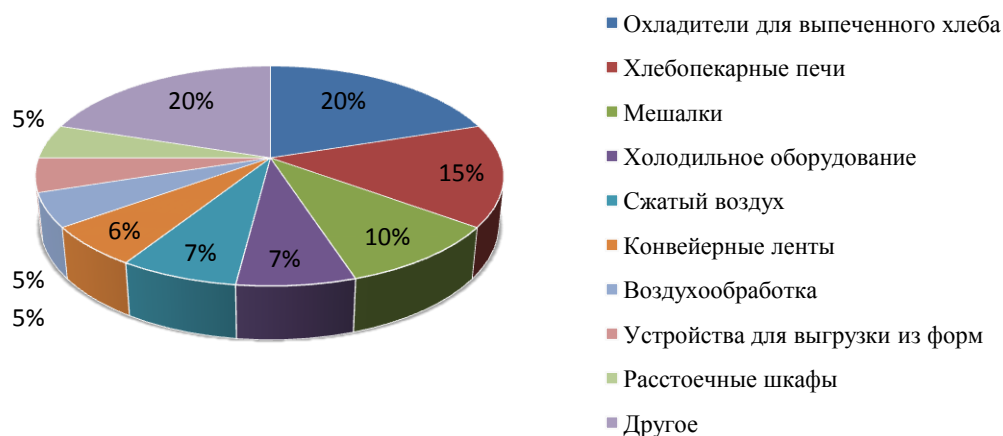


Рис. 2. Потребление электроэнергии по секторам на предприятиях хлебопекарной промышленности

Чтобы свести к минимуму потребление воды, как правило, необходима система очистки с замкнутой водооборотной системой. Однако простые насадки для кранов, приспособления для

чистки оборудования, эффективные химические средства для мойки, соблюдение графиков очистки и мойки оборудования, контроль давления и температуры воды дают примеры хороших практик по сокращению расхода воды.

Таблица 2. Типичные меры по сокращению потребления воды

Мероприятия	Экономия
Применение замкнутого контура	90%
Применение замкнутого контура с подготовкой	60%
Установка автоматических клапанов	15%
Ополаскивание встречным потоком	40%
Оборотная система охлаждения компрессоров	90%

Надежная упаковка защищает продукцию от порчи. В то же время упаковка должна быть экологичной, насколько это возможно, чтобы минимизировать воздействие на природную среду и привлечь покупателей.

Консерванты, предохраняют хлебную продукцию от быстрой порчи. Современные тенденции показывают, что потребители выступают против их использования в продуктах, несмотря на то, что консерванты способствуют предотвращению болезней пищевого происхождения [1].

Важным условием ресурсной эффективности хлебопекарных предприятий является сбор сведений о предпочтениях потребителей и способность перенастроить производство в соответствии с изменением тенденций на рынке. Как правило, хлеб потребляется на 20% меньше весной и, соответственно, производство в это время может быть снижено, что позволит избежать образования отходов нереализованной продукции у продавцов [2, 3].

Литература

1. Дидиков А.Е. Проблемы рационального использования воды в моечных процессах хлебопекарного и кондитерского производства и пути их решения // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2013. – № 2. – С. 10.
2. Kummu M. et al. Lost food, wasted resources: global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use // *Sciencetotalenviroment*. – 2012. – P. 477–489.
3. Волохова Л.Т., Никитин А.А. Водопотребление, водоотведение на хлебозаводах // Хлебопродукты. – 1999. – № 2. – С. 20–21.



Бучилина Алина Сергеевна

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, группа № Т4140

Направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: alina.buchilina@yandex.ru



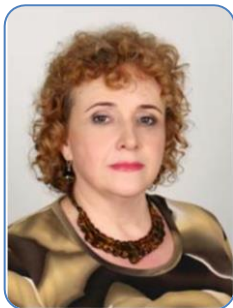
Смирнов Вячеслав Юрьевич

Год рождения: 1992

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № Т4209

Направление подготовки: 19.03.02 – Продукты питания из растительного сырья

e-mail: vjacheslav.smirnov2016@ yandex.ru



Гунькова Полина Исаевна

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии
и молекулярной биологии, к.т.н., доцент
e-mail: polinagunkova@mail.com

УДК 637.12

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖИРА В МОЛОКЕ НА АКТИВНОСТЬ ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ ПРИ ВЫРАБОТКЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Бучилина А.С., Смирнов В.Ю., Гунькова П.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Гунькова П.И.

В работе приведены результаты исследования влияния массовой доли жира в молоке на активность транsgлутаминазы при выработке творога. Показано, что активность транsgлутаминазы снижается при повышении массовой доли жира в молоке. При повышении содержания жира на 1% выход творога снижается в среднем на 2,5%, массовая доля белков в сыворотке возрастает на 2,5–15 мг/мл, влагоудерживающая способность сгустков снижается на 5%.

Ключевые слова: транsgлутаминаза, выход творога, содержание жира в молоке.

При выработке молочных продуктов с целью улучшения их консистенции, повышения выхода творога и сыра и снижения потерь высокоценных компонентов молока с сывороткой широко используют микробную транsgлутаминазу. Активность препарата транsgлутаминазы оказывает влияние на ход технологического процесса, качество готового продукта и во многом зависит от состава сырья [1–5].

Целью работы являлось определение влияния содержания жира в молоке на активность транsgлутаминазы.

Объектами исследования служили молоко коровье хозяйства Ленинградской области; препарат микробной транsgлутаминазы для молочных продуктов производства Германии; творог, выработанный из отобранного молока и творожная сыворотка.

Часть сырого цельного молока сепарировали до содержания жира 0,05%. Оставшуюся часть делили на порции и нормализовали полученным образом до содержания жира 3,5%, 2,5% и 1%. Из каждой порции вырабатывали творог с внесением фермента транsgлутаминазы. Транsgлутаминазу вносили в количестве 0,250 г/л молока в пастеризованное и охлажденное до температуры заквашивания молоко перед внесением бактериальной культуры [3]. Определяли выход творога, содержание в нем влаги, влагоудерживающую способность белковых сгустков, содержание белков в сыворотке. Контролем служил образец, полученный без использования транsgлутаминазы.

Активность препарата микробной транsgлутаминазы определяли в лаборатории производителя. Она составила 100 ед./г при pH 6,0–7,0, температуре 37°C. Об активности транsgлутаминазы в молоке с различным содержанием жира судили по выходу творога, содержанию белков в сыворотке и влагоудерживающей способности сгустков. Влагоудерживающую способность белковых сгустков контролировали методом центрифугирования на центрифуге марки «ОКА». Массовую долю белков в сыворотке проверяли биуретовым методом. Выход творога контролировали путем взвешивания на автоматизированных весах марки «AND GF-600». Результаты исследований приведены в таблице.

Данные таблицы показывают, что активность транsgлутаминазы снижается при повышении массовой доли жира в молоке. При повышении содержания жира на 1% выход

творога снижается в среднем на 2,5%, массовая доля белков в сыворотке возрастает на 2,5–15 мг/мл, влагоудерживающая способность сгустков снижается на 5%.

Таблица. Влияние содержания жира в молоке на активность трансклутаминазы

Содержание жира в исходном молоке, %	Выход творога, г из 1 л молока		Массовая доля белков в сыворотке, мг/ мл		Влагоудерживающая способность сгустков, см ³	
	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль
0,05	239	207	5,35	7,38	4,0	4,7
1	234	203	5,49	7,51	4,2	4,8
2,5	225	198	5,93	7,95	4,6	5,2
3,5	219	194	6,85	7,80	4,9	5,4

Таким образом, проведенные исследования показали снижение активности микробной трансклутаминазы с повышением содержания жира в молоке при выработке творога.

Литература

1. Гунькова П.И., Горбатова К.К. Биотехнологические свойства белков молока. – СПб.: ГИОРД, 2015. – 216 с.
2. Piriev A.I., Gunkova P.I. Impact of bacterial preparations on quality and quantity of curds were made from milk with protein concentrate from dairy factories of Leningrad region // Science and civilization. – 2015. – V. 22. – P. 67–69.
3. Пириев А.Ю., Бучилина А.С., Кудинова С.Ю., Гунькова П.И. Влияние внесения трансклутаминазы в молоко при выработке творога на активность стартовых культур // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 4. – С. 149–151.
4. Kieliszek M., Misiewicz A. Microbial transglutaminase and its application in the food industry // Folia Microbiol (Praha). – 2014. – V. 59(3). – P. 241–250.
5. Shleikin A.G., Danilov N.P., Ternovskoy G.V. Modification of food products properties by use of transglutaminase. 11th International Congress on Engineering and Food «Food process engineering in a changing world» // Congress Proceedings. – 2011. – V. I. – P. 663–664.



Бучилина Алина Сергеевна

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, группа № Т4140

Направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: alina.buchilina@yandex.ru



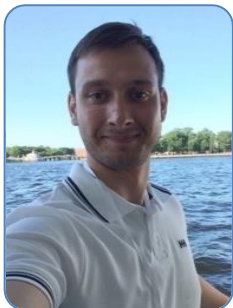
Бодрова Ксения Сергеевна

Год рождения: 1992

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, группа № Т4240

Направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: k_bodrova@ yandex.ru



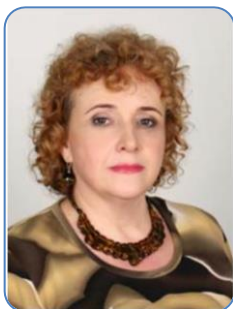
Цыбульский Михаил Александрович

Год рождения: 1992

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № Т4209

Направление подготовки: 19.04.02 – Продукты питания из растительного сырья

e-mail: tzybulskij2016@yandex.ru



Гунькова Полина Исаевна

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, к.т.н., доцент

e-mail: polinagunkova@mail.com

УДК 637.12

**АКТИВНОСТЬ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КУЛЬТУР ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ В ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Бучилина А.С., Бодрова К.С., Цыбульский М.А., Гунькова П.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Гунькова П.И.

Активность бактериальных культур является важным фактором, обуславливающим правильное прохождение технологического процесса производства кисломолочных продуктов. При использовании в технологии транsgлутаминазы активность бактерий изменяется. В работе приведены исследования активности молочнокислых бактерий при внесении в молоко транsgлутаминазы. Выявлено влияние на активность бактериальных культур способа внесения и дозы транsgлутаминазы. **Ключевые слова:** активность бактериальной культуры, транsgлутаминаза, кисломолочные продукты.

Фермент транsgлутаминаза в настоящее время находит широкое применение в технологиях кисломолочных продуктов. С целью оптимизации структуры, повышения органолептических показателей, биологической ценности и выхода продукта его вносят в молоко при производстве творога, сметаны, кисломолочных напитков. Однако внесение в молоко транsgлутаминазы оказывает влияние на скорость роста в нем молочнокислых бактерий, входящих в состав стартовых культур, а, следовательно, и на течение всего технологического процесса [1, 2].

Цель работы состояла в изучении влияния транsgлутаминазы на активность различных культур молочнокислых бактерий и выявлении заквасок, проявляющих максимальную скорость роста в присутствии данного фермента.

Объектами исследований являлись:

- культуры молочнокислых бактерий МТт и F-DVSCN-19, используемые молочными комбинатами Санкт-Петербурга и Ленинградской области;
- препарат транsgлутаминазы микробного происхождения.

Для проведения экспериментов использовали сырое молоко хозяйств Ленинградской области, которое отвечало требованиям «ГОСТ 31449-2013 Молоко коровье сырое. Технические условия». Важные для развития молочнокислых бактерий физико-химические и микробиологические показатели молока представлены в табл. 1.

Для исключения влияния жира, перед проведением эксперимента молоко сепарировали. Обезжиренное молоко пастеризовали при температуре, равной $(78 \pm 2)^\circ\text{C}$, в течение 15–20 с.

Таблица 1. Показатели качества молока

Показатель	Значение показателя
Массовая доля белков, %	3,2–3,3
Содержание соматических клеток, тыс./см ³ , не более	400
КМАФАнМ, КОЕ/см ³ , не более	$1,0 \cdot 10^5$
Кислотность, °Т	17,0–18,0
Наличие ингибирующих веществ	отсутствовали
Антибиотики, мг/кг	отсутствовали

Активность препарата транsgлутаминазы определяли в лаборатории производителя. Она составила 100 ед/г при pH 6,0–7,0, температуре 37°C . Транsgлутаминазу вносили в молоко двумя способами. Первый способ – в пастеризованное и охлажденное до температуры заквашивания $(26 \pm 2)^\circ\text{C}$ молоко перед внесением бактериальной культуры, второй – в сырое охлажденное до температуры, равной $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, молоко. При втором способе внесения молоко с транsgлутаминазой выдерживали в течение 12 ч при температуре, равной $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, затем пастеризовали, охлаждали до температуры сквашивания и затем вносили бактериальную культуру. На основании литературных данных выбрали три дозы транsgлутаминазы: 0,100 г/л; 0,175 г/л; 0,250 г/л молока.

Препараты бактериальных культур предварительно активизировали. Для этого в стерильное обезжиренное молоко с температурой $(26 \pm 2)^\circ\text{C}$ вносили препарат из расчета 1 порция на 0,5 л молока. Смесь перемешивали и выдерживали в термостате до достижения ею pH, равном 4,6 и образования сгустка [3, 4].

Активизированную культуру вносили в количестве 5% в смесь пастеризованного молока и транsgлутаминазы с температурой сквашивания равной $(26 \pm 2)^\circ\text{C}$. Заквашенную смесь помещали в биоанализатор «Rabit» и в автоматическом режиме проводили измерения электрического импеданса. Измерения проводили одновременно для всех образцов и в двукратной повторности, значения фиксировались прибором через каждые 6 мин. По скорости изменения величины электрического импеданса судили об активности бактериальных культур [5].

Параллельно проводили сквашивание в термостате при температуре равной $(26 \pm 2)^\circ\text{C}$ до достижения смесью значения показателя pH 4,6.

По окончании сквашивания в исследуемых образцах стандартными методами контролировали микроскопический препарат и органолептические показатели.

Кривые роста бактериальных культур в молоке без внесения транsgлутаминазы представлены на рис. 1.

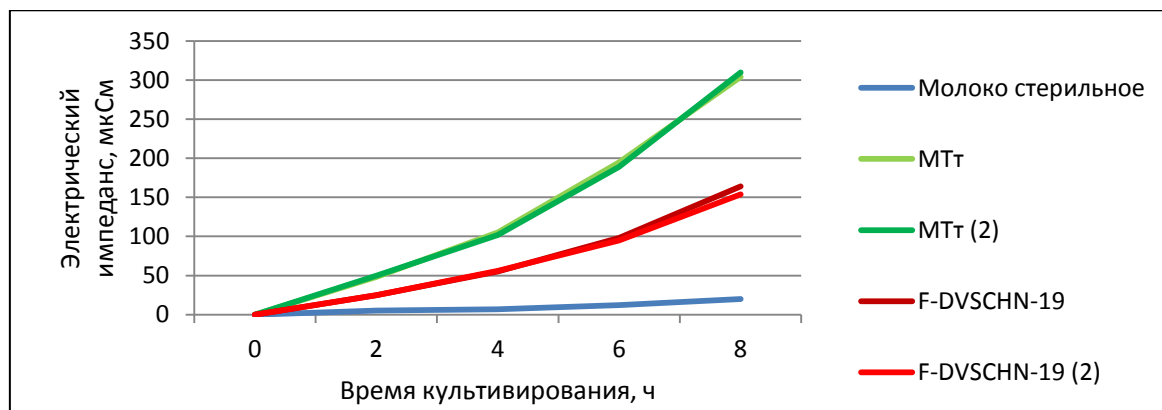


Рис. 1. Кривые роста бактериальных культур

Кривые роста, представленные на рис. 1, показывают, что обе культуры имеют достаточно высокую активность роста и могут быть использованы в исследованиях. Активность бактериальной культуры МТт значительно выше активности культуры F-DV SCHN-19.

Микроскопические картины бактериальных культур представлены на рис. 2.

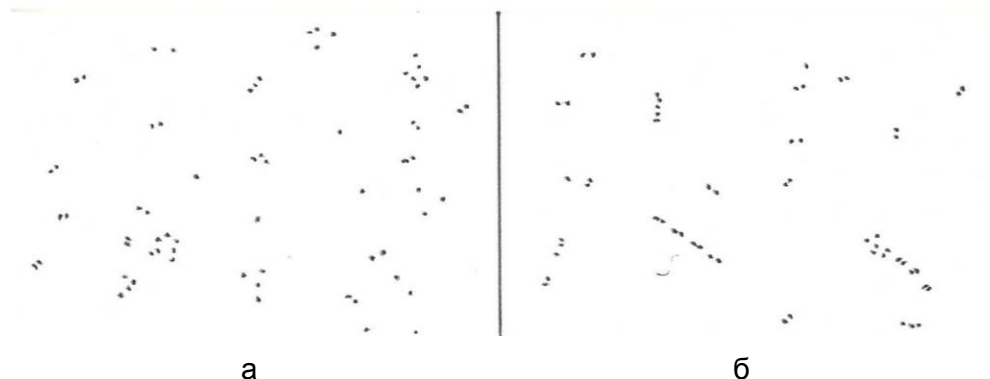


Рис. 2. Микроскопические картины бактериальных культур: F-DV SCHN-19 (а); МТт (б)

Микроскопический анализ показал, что обе культуры соответствуют требованиям, предъявляемым к закваскам для кисломолочных продуктов. В препарате культуры F-DV SCHN-19 наблюдались одиночные лактококки, диплококки и короткие цепочки, а в препарате культуры МТт наблюдали преобладание диплококков и единичные цепочки лактококков.

Органолептическая оценка исследуемых бактериальных культур представлена в табл. 2.

Таблица 2. Органолептические показатели бактериальных культур

Показатель	Бактериальная культура	
	МТт	F-DV SCHN-19
Вкус и аромат	Вкус чистый кисломолочный, аромат ярко выраженный кисломолочный	Вкус чистый кисломолочный, аромат слабовыраженный
Цвет	Белый, с кремовым оттенком	Белый, с кремовым оттенком
Консистенция	Жидкая, однородная	Плотная, однородная

Данные табл. 2 показывают, что обе культуры по органолептическим показателям соответствуют требованиям, предъявляемым к закваскам для кисломолочных продуктов. Наилучшими вкусом и ароматом обладает заквасочная культура МТт. Культура F-DV SCHN-19 дает сгусток с наиболее плотной консистенцией.

Кривые роста бактериальных культур в молоке с транsgлутаминазой, внесенной двумя способами в разных дозах представлены на рис. 3.

Анализ кривых роста культур, представленных на рис. 3, показывает следующее.

Во-первых, внесение транsgлутаминазы всегда оказывает влияние на активность стартовых культур.

Во-вторых, внесение транsgлутаминазы в пастеризованное молоко перед его заквашиванием подавляет активность роста культур, а внесение ее в сырое молоко с его последующим хранением – несколько повышает активность культур.

В-третьих, активность бактериальных культур с увеличением дозы при внесении транsgлутаминазы в сырое молоко повышается, а при внесении в пастеризованное молоко, наоборот, снижается.

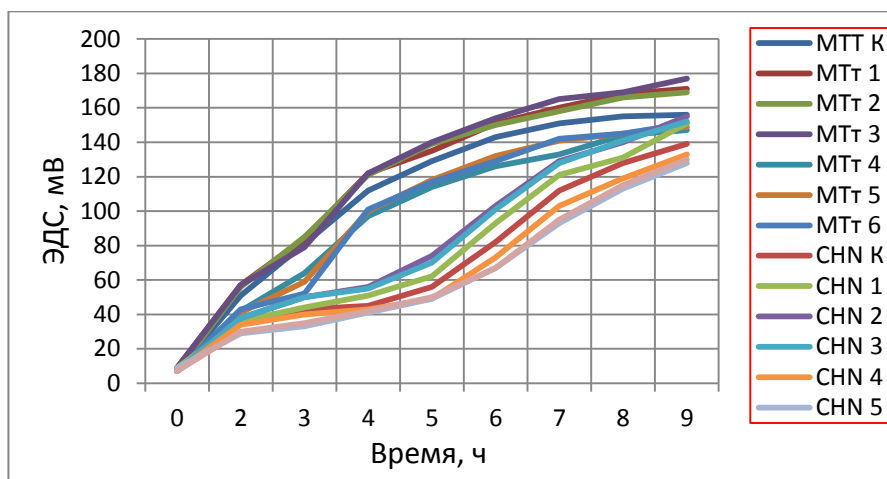


Рис. 3. Кривые роста заквасочных культур МТт и F-DV SCHN-19 при различных способах и дозах внесения трансглутаминазы. К – контроль (молоко без трансглутаминазы); пробы 1–3 – трансглутаминаза внесена в молоко первым способом; пробы 4–6 – трансглутаминаза внесена в молоко вторым способом; доза внесения трансглутаминазы составляет: в пробы 1, 4 – 0,100 г/л, в пробы 2, 5 – 0,175 г/л; в пробы 3, 6 – 0,250 г/л

Литература

1. Гунькова П.И., Горбатова К.К. Биотехнологические свойства белков молока. – СПб.: ГИОРД, 2015. – 216 с.
2. Piriev A.I., Gunkova P.I. Impact of bacterial preparations on quality and quantity of curds were made from milk with protein concentrate from dairy factories of Leningrad region // Science and civilization. – 2015. – V. 22. – P. 67–69.
3. Пириев А.Ю., Бучилина А.С., Кудинова С.Ю., Гунькова П.И. Влияние внесения трансглутаминазы в молоко при выработке творога на активность стартовых культур // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 4. – С. 149–151.
4. Shleikin A., Gorbатовsky A., Danilov N. The use of transglutaminase in food processing // FoodBaltic 2008. – 2008. – P. 51–54.
5. Сибирцев В.С. Новые методы биотестирования с использованием микроорганизмов // Проблемы медицинской микологии. – 2014. – Т. 16. – № 2. – С. 126.



Вартминская Анастасия Олеговна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4130

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: Angelssilvers@mail.ru



Клейменова Мария Эркинбековна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
аспирант

Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология
и биотехнологии
e-mail: mekleimenova@bk.ru



Овсюк Елена Алексеевна

Год рождения: 1973

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: ovsuk@mail.ru

УДК 664.959

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И РЕСУРСНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ПРОЦЕССАХ ПЕРЕРАБОТКИ РЫБНОГО СЫРЬЯ

Вартминская А.О., Клейменова М.Э.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Овсюк Е.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

Технология переработки гидробионтов, являясь составной частью технологии продуктов питания, также основана на общих закономерностях превращения материалов животного и растительного происхождения. В общем определении технология – это совокупность последовательно реализуемых процессов переработки объектов в продукцию, обеспечивающих ее гарантированное качество в течение определенного времени.

Ключевые слова: гидробионты, отходы, технология переработки, ферменты, ферментные препараты, биологически активные вещества.

В нашей стране и за рубежом активно ведутся работы по использованию внутренностей гидробионтов для получения ферментных препаратов. Отечественными исследователями первые попытки приготовления ферментных препаратов были предприняты еще в 60-х годах прошлого века. Разработана технология получения ферментного препарата «Океан» из внутренностей скумбрии, ставриды и сардинеллы. В АтлантНИРО разработана технология получения из отходов от разделки гидробионтов комплексного ферментного препарата в виде порошка [1].

Зарубежными исследователями разработан способ применения комплекса протеолитических ферментов в качестве «биологических ножей» при обработке гидробионтов.

- В Норвегии запатентован способ удаления кожи и размягчения мяса кальмара при помощи ферментов. Предложен также способ обесшкуривания сельди без повреждения подкожного серебристого слоя путем обработки ферментным препаратом.
- В Исландии применяют ферментативный способ обесшкуривания плавников ската, удаления тонкой поверхностной пленки с печени трески, направляемой на приготовление консервов, удаления чешуи с рыбы, разрушения соединительной ткани между панцирем и мясом шейки креветок, что облегчает отделение панциря.
- В Норвегии и Канаде ферментные препараты, выделенные из внутренностей рыб, применяют при производстве зернистой икры. Это позволяет снизить потери икры из-за механического повреждения икринок и повысить выход готовой продукции. Изучается возможность использования комплекса протеаз, выделенного из внутренностей рыб, при изготовлении сыров вместо сычужного фермента, получаемого из желудка телят.
- Молоки рыб содержат вещества, обладающие антимикробной активностью. В Японии из молока сельди и лосося выпускают антимикробные препараты клупеинсульфата и

сальминсульфата, а также консервант «Импакт А». Для получения препаратов с антимикробной, антивирусной и антиканцерогенной активностью могут быть также использованы гидробионты, не являющиеся в настоящее время объектом промысла: асцидии, некоторые моллюски, водоросли и др.

- В Румынии разработан способ выделения из мелких черноморских рыб антигиалуронидазы и создания на ее основе ценного лекарственного средства с сильным противовоспалительным действием без вредного побочного воздействия на организм человека.

Интерес к морским гидробионтам как источникам биологически активных веществ (БАВ) (лекарств и препаратов) особенно возрос в конце 60-х гг., после открытия простагландинов в мягких морских кораллах. С тех пор учеными выделены и изучены многие БАВ, нашедшие применение в биологии (тетродотоксин), медицине (домоевая кислота, цефалос-порины и др.) и сельском хозяйстве (падан, полиеновые соединения и др.). Активно ведутся исследования гидробионтов и в настоящее время во многих странах мира, особенно прибрежных и островных. Признанными лидерами в данной области являются США, Япония и Россия [1].

При обработке рыбных объектов отходы производства составляют 60%. На пищевые отходы приходится 40–45% сырья, поступившего на обработку, что весьма значительно. Основные направления использования отходов – производство рыбной кормовой муки и жира, хотя, как установлено учеными, отходы могут служить источником ряда ценных продуктов, обладающих биологической активностью (нуклеотидов, стероидов, ферментов).

Из чешуи в настоящее время в лучшем случае получают гуанин и рыбный клей, в то время как она может быть источником специфического альбуминоида и проколлагена. Массовая доля чешуи рыбы достигает 10%. Кожа рыб (до 13% массы тела) может быть использована для получения клея, рыбных кож, желатина. Более рациональное применение заключается в получении белков (альбуминоидов, муцинов, коллагена, проколлагена), мукополисахаридов, каротиноидов, липидов, меланиновых пигментов, ядов. Из голов (до 40% массы тела) и плавников рыб могут быть выделены белки, липиды, микроэлементы. Пищеварительные органы – это источник незаменимых аминокислот и ферментов (катепсина, пепсина и трипсина). Печень морских рыб в значительных количествах накапливает жирорастворимые (А, D, E и K) и водорастворимые (В₁, В₂, В₆, РР, пантотеновая кислота) витамины и является сырьем для получения рыбного жира и витаминных препаратов [2].

Ферментные препараты. Пилорические придатки различных видов рыб (трески, макрели, морского окуня) давно известны как источники протеолитических ферментов, получаемых в виде общих протеолитических комплексов. Одним из примеров служит ферментный препарат «Океан», технология производства которого разработана АтлантНИРО и успешно реализована в производственных условиях для приготовления целого ряда деликатесных рыбных продуктов из плохо созревающих видов рыб (например, пресервов из ставриды), и препарат протеолитических ферментов, технология которого разработана в ТИНРО-центре. Сырьем для производства препарата протеолитических ферментов служат внутренности рыб, обладающих достаточно высокой протеолитической активностью (скупбрия, ставрида, иваси, лососи дальневосточные, сельдь тихоокеанская, сайра). Препарат протеолитических ферментов используют для ускорения ферментного гидролиза белковых веществ при получении рыбных гидролизатов, белковых паст, а также для ускорения процесса созревания соленой продукции и пресервов [3].

Арахидоновая кислота. Важнейшими из полиненасыщенных высших жирных кислот липидов рыб являются арахидоновая, эйкозапентаеновая и докозагексаеновая.

К рыбному жиру, полученному любыми известными способами, добавляют 40% раствор КОН в метаноле. Обработку ведут в токе инертного газа при температуре окружающей среды и при постоянном перемешивании массы в течение 2–3 ч. После завершения процесса метанол удаляют до 1/3 первоначального объема. К оставшейся массе добавляют двойное количество

дистиллированной воды и проводят экстрагирование неомыляемых веществ эфиром, насыщенным дистиллированной водой и инертным газом [3].

Иммуностимулятор. Для получения иммуностимулятора молоки лососевых размораживают, измельчают, заливают дистиллированной водой (1:6) с добавлением хлорида цинка и перемешивают. Затем добавляют уксусную кислоту и проводят экстрагирование в течение 24–48 ч при комнатной температуре и периодическом перемешивании.

Инсулин. Основным источником получения инсулина является поджелудочная железа крупного рогатого скота. Потребность в инсулине вследствие расширения сферы его применения (лечение сахарной болезни, шизофрении, истощения, пневмонии и др.) растет, что влечет необходимость изыскания новых источников сырья для его производства. Таковым может служить рыбное сырье. Впервые сведения о получении инсулина из рыб появились в литературе в 1924 г. Наиболее богатым источником инсулина являются голубые тунцы, инсулярный аппарат которых содержит инсулина в 40 раз больше, чем ткани крупного рогатого скота [3]. В поджелудочной железе акул содержание инсулина составляет 2–3 ед./г. Выделение инсулина из рыбного сырья значительно проще в технологическом отношении, чем из тканей наземных животных. Для получения инсулина рыбу разделявают, извлекают тельца Станиуса, которые погружают в насыщенный раствор пикриновой кислоты, и оставляют на несколько дней для фиксации инсулинсодержащих компонентов. В дальнейшем раствор пикриновой кислоты отфильтровывают, а плотный остаток тщательно растирают и обрабатывают 70%-м ацетоном с целью экстрагирования пикрата инсулина и сопутствующих ему пикратов других белков. Затем к массе в избытке добавляют ацетон, образовавшийся осадок растворяют разбавленной хлористоводородной кислотой, доводят pH до 5,5 (изоэлектрическая точка инсулина рыб). При отстаивании в осадок выпадает инсулин с активностью 14 ед./мг.

Литература

1. Богданов В.Д., Сафронова Т.М. Структурообразователи и рыбные композиции. – М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
2. Сафронова Т.М. Сырье и материалы рыбной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1991. – 191 с.
3. Ржавская Ф.М. Жиры рыб и морских млекопитающих. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 272 с.



Василевская Яна Юрьевна

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, группа № Т4200

Направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

e-mail: vasilevskaja_jy@mail.ru



Иванов Владимир Леонидович

Год рождения: 1953

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, к.т.н., ст.н.с.

e-mail: aiapp@mail.ru

**Поляков Руслан Иванович**

Год рождения: 1970

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, к.т.н., доцент
e-mail: rpolyakov@mail.ru

УДК 697.911

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ
В ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ КАНАЛАХ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ****Василевская Я.Ю., Иванов В.Л., Поляков Р.И.****Научные руководители: к.т.н., ст.н.с. Иванов В.Л.; к.т.н., доцент Поляков Р.И.**

В наше время актуальность создания чистых условий и применения чистых технологий резко возросла. Чистые помещения прочно вошли в жизнь человека. Большую роль в создании оптимальных условий и повышении производительности труда играют системы вентиляции и кондиционирования воздуха. В работе рассмотрена скорость движения воздушных потоков в вентиляционных каналах сложной геометрической формы при помощи технологий компьютерного моделирования.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, воздушный поток.

При проектировании систем вентиляции принято руководствоваться следующими соображениями. Общее давление, создаваемое вентилятором, представляет собой сумму статического и динамического давления и должно соответствовать общим потерям напора на пути движения воздуха. Такие потери напора возникают за счет трения воздуха о стенки воздухопровода, в местах изгибов и поворотов, изменения сечений воздухопровода и т.д. Все эти потери должны быть уравновешены общим давлением, создаваемым вентилятором. Указанные потери напора влияют в значительной мере на потребление электроэнергии вентилятором, поэтому целесообразно вести проектирование воздухопроводов и осуществлять их монтаж по возможности с меньшим количеством изгибов, поворотов и изменений сечения [1].

Расчет сети воздухопроводов в общем виде сводится к определению потерь давления воздухопроводов при данном расходе воздуха.

При традиционном инженерном расчете задаются сечением или диаметром воздухопроводов и определяют скорость воздуха при проектируемом расходе и соответствующие потери давления в воздуховоде на 1 м длины [2].

Суммарные потери давления в воздуховоде определяются по формуле (1)

$$\Delta P = R \cdot l + z, \text{ кг/м}^2, \quad (1)$$

где R – потери давления на трение, кг/м^2 , l – длина воздухопровода, м; z – потери давления на местное сопротивление, кг/м^2 .

Существует ряд промышленных объектов, для которых точность результатов расчета по традиционной методике оказывается недостаточной. К таким объектам относятся, например, чистые помещения в микроэлектронной, фармацевтической, микробиологической отраслях, медицине. В таких помещениях работа систем вентиляции в заданном режиме, обусловленном жесткими требованиями нормативной документации, является основополагающей для обеспечения выпуска продукции заданного качества, защиты продукции и персонала, чистоты воздуха при проведении хирургических операций и т.д. Чистые помещения, в которых осуществляются описанные работы, характеризуются чрезвычайно высокой плотностью размещения технологического, инженерного оборудования, различных коммуникаций. В связи с этим системы вентиляции, обслуживающие такие помещения, характеризуются сложными трассами прокладки воздухопроводов, изобилующими множеством поворотов, отводов,

изменений размеров на очень коротких участках. Такие условия не вполне соответствуют условиям, при которых были получены различные табличные данные для расчета вентиляционных систем. А с учетом больших расходов воздуха, необходимых для обеспечения требуемых классов чистоты в рассматриваемых помещениях, ошибки в расчетах, произведенных по описанной выше методике, могут привести к полной непригодности построенной системы вентиляции [3].

Аналитический метод аэродинамического расчета позволяет определить потерю давления (P) в системе, которая определяется как сумма потерь давления на прямых участках и в фасонных частях (местные сопротивления).

$$P_{\text{п}} = P_{\text{пр}} + P_{\text{мс}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{пр}}$ – потери давления на прямых участках воздухопроводов (трение); $P_{\text{мс}}$ – потери давления на местные сопротивления в фасонных частях воздухопроводов.

$$P_{\text{пр}} = \sum_n Rl, \quad (3)$$

где R – удельное сопротивление воздухопровода, Па/м; l – длина воздухопровода, м.

$$P_{\text{мс}} = \sum_m Z \frac{\rho v^2}{2}, \quad (4)$$

где Z – коэффициент местных сопротивлений фасонных частей; ρ – удельный вес воздуха; v – скорость воздуха (м/с).

При компьютерном моделировании потеря давления определяется как разница полного давления между двумя заданными точками системы.

$$P_{\text{п}} = P_{\text{п1}} - P_{\text{п2}}. \quad (5)$$

Полное давление $P_{\text{п}}$ состоит из динамического $P_{\text{д}} = \frac{\rho v^2}{2}$, весового $P_{\text{в}} = \rho gh$ и статического $P_{\text{ст}}$.

$$P_{\text{пi}} = P_{\text{д}} + P_{\text{в}} + P_{\text{ст}} = \frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + P_{\text{ст}}. \quad (6)$$

$$\text{В случае если } V_1 = V_2 \text{ и } h_1 = h_2, \text{ то } P_{\text{п}} = P_{\text{ст1}} - P_{\text{ст2}}. \quad (7)$$

Ниже приведены результаты сравнительных расчетов.

Пример 1. Воздуховод $\varnothing 200$, $L=5$ м, $V=6$ м/с, $L=678$ м³/ч (рисунок).

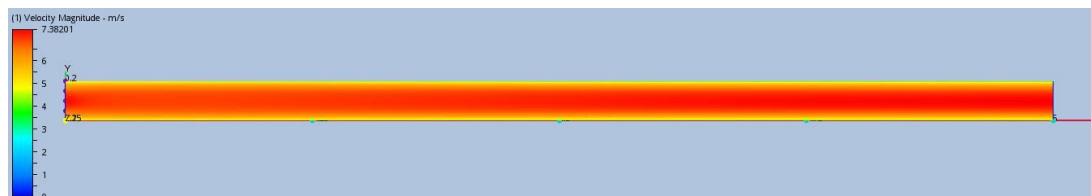


Рисунок. Воздуховод $\varnothing 200$ мм, $L=5$ м, $V=6$ м/с, $L=678$ м³/ч

Потеря давления, рассчитанная по формуле (1) $P_{\text{п}}=2,29 \cdot 5=1,45$ Па.

Результат, полученный на модели $P_{\text{п}}=11,65$ Па, максимальная скорость 7,38 м/с. Расхождение результатов на 1,7% связано с так называемым концевым эффектом на модели воздухопровода. Если взять более длинный участок, то расхождение уменьшится.

С учетом изложенного проведена серия компьютерных экспериментов с целью определения предела пригодности существующих инженерных методик расчета вентиляционных систем и для разработки методики расчета вентиляционных систем, характеризующихся повышенной геометрической сложностью.

Литература

1. Малова Н.Д. Кондиционирование воздуха. Основы термодинамики влажного воздуха. – М.: МГУПБ, 1999. – 47 с.
2. Нимич Г.В., Михайлов В.А., Бондарь Е.С. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха. – Изд-во: ТОВ «Видавничий будинок «Аванпост-Прим», 2003. – 626 с.
3. Уайт В. Технология чистых помещений. Основы проектирования, испытаний и эксплуатации. – М.: Клинрум, 2002. – 304 с.

**Веселкин Филипп Олегович**

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, группа № W4202

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: veselkin1993@gmail.com

**Румянцев Юрий Дмитриевич**

Год рождения: 1942

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, к.т.н., доцент

e-mail: YuRumyantzev@yandex.ru

УДК615.832.9

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА, ПРИМЕНЯЕМОГО ХОЛОДИЛЬНЫМИ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ**Веселкин Ф.О.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Румянцев Ю.Д.**

В работе рассмотрены достоинства и недостатки различных газомоторных топлив, которые можно применять дополнительно в качестве холодильного агента на авторефрижераторах. Перспективы использования газомоторного топлива в мире и России.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, пропан-бутановая смесь, демитиловый эфир, газомоторное топливо, авторефрижератор, холодильный агент.

В современном мире особое место занимают вопросы, касающиеся эффективности использования энергоресурсов, снижения стоимости транспортных перевозок, улучшения экологической ситуации, особенно в крупных городах. Природный газ является одним из самых экологически чистых видов топлива. Его активное использование позволяет серьезно снизить выбросы вредных веществ в атмосферу и улучшить экологическую обстановку в населенных пунктах. Немаловажным фактором является и цена, газовые виды топлива значительно дешевле традиционных, таких как бензин и дизельное топливо [1–4].

Таким образом, развитие рынка газомоторного топлива не только позволяет улучшить экологическую обстановку, но и снизить затраты. В настоящее время газовые виды топлива активно используются более чем в 80 странах мира. Среднегодовой рост парка автомобильной техники на газомоторном топливе в мире составляет 26%.

Газомоторное топливо. Основными достоинствами применения можно назвать такие качества как:

- коэффициент полезного действия (КПД) газовых двигателей достигает 38–40% в широком диапазоне режимов. Для сравнения укажем, что КПД бензинового двигателя составляет лишь 30–35% и только на наиболее экономичных режимах работы;
- особенно усложнено приготовление смеси для бензиновых двигателей при низких температурах атмосферного воздуха, вследствие того, что бензин в этих условиях плохо испаряется. При газовом топливе приготовление равномерной смеси не вызывает труда;
- отмечается, что токсичность выпускных газов при работе на природном газе на 90% ниже токсичности выпускаемых газов бензиновых двигателей;

- помимо улучшения экологии использование природных газов в автомобильных двигателях увеличивает срок службы свечей до 85 тыс. км, нет испарения топлива, не образуются паровоздушные пробки в топливоподающей системе, обеспечиваются: устойчивая работа на холостом ходу, хорошая приемистость и пожаробезопасность;
- отмечается, что токсичность выпускных газов при работе на природном газе на 90% ниже токсичности выпускаемых газов бензиновых двигателей;
- снижение уровня шума;
- уменьшение капитальных затрат на авторефрижератор;
- отсутствие холодильного агрегата уменьшает массу и габаритные размеры рефрижераторной установки, а также повышает надежность работы;
- применение газомоторного топлива способствует прогрессу автомобильной отрасли;
- снижение стоимости авторефрижераторной техники из-за отсутствия холодильного агрегата, стоимость снижается от 10 до 40 тыс. дол. США в зависимости от объема и грузоподъемности авторефрижератора;
- снижение расхода топлива, поскольку не требуются затраты энергии на привод компрессора и холодильного агрегата и вентилятора у конденсатора.

Снижение стоимости эксплуатации ввиду отсутствия затрат на обслуживание и ремонт холодильного агрегата.

Область применения природного газа довольно широка: его используют для отопления помещений, приготовления пищи, подогрева воды, производства красок, клея, уксусной кислоты и удобрений.

Среди развитых стран по объемам потребления сжатого природного газа (КПГ) в мире лидируют Италия и США, где в год потребляется 870 и 930 млн куб. м метана соответственно в качестве моторного топлива. Мировыми лидерами по использованию метана на автомобильном транспорте являются Аргентина, Бразилия, Иран, Пакистан и Таиланд.

Ключевыми факторами развития рынка газомоторного топлива (ГМТ) стали обслуживание корпоративных клиентов и применение для государственных нужд, а также крупные государственные программы развития газомоторного рынка.

Италия выступает в качестве государства, доминирующего в использовании ГМТ в Европе. В Германии перевод автомобилей на природный газ рассматривается как одно из приоритетных направлений обеспечения устойчивого энергетического развития и экологической безопасности страны. Прогнозируется, что к 2020 году автопарк Германии, использующий КПГ в качестве моторного топлива, вырастет до 6,5 млн автомобилей и составит примерно 30% всего автопарка. Государство предоставляет в этой сфере льготы как автовладельцам, так и участникам бизнеса.

США активно продвигают использование природного газа для автотранспорта в качестве альтернативы нефтяным топливам как на федеральном уровне, так и на региональном. Помимо федеральных законов, дающих налоговые льготы на использование автотранспорта на природном газе, отдельные штаты лоббируют свои собственные законопроекты, увеличивающие размеры выплат для юридических и физических лиц. Кроме того, власти штатов оплачивают переоборудование транспорта на природный газ в качестве топлива.

Но природный газ не только можно применять, как топливо для автотранспортных средств, но и дополнительно использовать в качестве холодильного агента, так как, находясь в жидком состоянии, природные газы имеют отрицательную температуру. Например, в США вводятся экспериментальные модели авторефрижераторов, топливом и холодильным агентом которых является природный газ, одной из таких компаний является одна из крупнейших компаний по производству оборудования для авторефрижераторов ThermoKing.

На данный момент самыми актуальными являются сжиженный природный газ (СПГ), демитиловый эфир и пропан-бутановая смесь. Каждый из этих газов имеет ряд преимуществ и недостатков, как в качестве топлива, так и в качестве холодильного агента.

Пропан-бутановая смесь

1. Одним из наиболее важных свойств пропана и бутана, отличающих их от других видов автомобильного газового топлива, является наличие паровой фазы над зеркалом жидкой фазы. Это свойство позволяет поддерживать давление в баллоне. В процессе наполнения баллона первые порции сжиженного газа быстро испаряются и заполняют весь его объем.
2. Пропан-бутановая смесь является самым экологически чистым из всех известных углеводородных видов моторного топлива.
3. Использование пропан-бутановой смеси обеспечивает высокую степень защищенности этого процесса при утечках и последствиях, связанных с ними. Это обусловлено физико-химическими свойствами метана.
4. Для перевода автомобильного транспортного средства на пропан-бутановую смесь не требуется существенных изменений в конструкции двигателя.
5. Из-за установки газобаллонного оборудования масса транспортного средства увеличивается, а следовательно, уменьшается грузоподъемность:
 - время разгона автомобиля до 60 км/ч увеличилось на 24–30%;
 - максимальная скорость уменьшилась на 5–6%;
 - дальность поездки на одной заправке газом не превышает 65% дальности поездки на одной заправке нефтяным топливом.
6. При смене сезонов лето-зима, нужно менять пропорции пропан-бутановой смеси.

Сжиженный природный газ

1. КПД газовых двигателей достигает 38–40% в широком диапазоне режимов. Для сравнения укажем, что КПД бензинового двигателя составляет лишь 30–35% и только на наиболее экономичных режимах работы.
2. Особенно усложнено приготовление смеси для бензиновых двигателей при низких температурах атмосферного воздуха вследствие того, что бензин в этих условиях плохо испаряется. При газовом топливе приготовление равномерной смеси не вызывает труда.
3. Отмечается, что токсичность выпускных газов при работе на природном газе на 90% ниже токсичности выпускаемых газов бензиновых двигателей.
4. Помимо улучшения экологии использование природных газов в автомобильных двигателях увеличивает срок службы свечей до 85 тыс. км... нет испарения топлива, не образуются паровоздушные пробки в топливоподающей системе, обеспечиваются: устойчивая работа на холостом ходу, хорошая приемистость и пожаробезопасность.
5. Отмечается, что токсичность выпускных газов при работе на природном газе на 90% ниже токсичности выпускаемых газов бензиновых двигателей.
6. Затраты на получение СПГ в 2–3 раза больше, чем на получение КППГ.
7. Для хранения нужны отдельные теплоизолированные баллоны (сосуды Дюара).
8. Независимо от качества теплоизоляции газосодержащих емкостей (сосуды Дюара), температура в них повышается.
 - максимальная скорость движения уменьшается на 5–10%;
 - продолжительность разгона до скорости 60 км/ч увеличивается на 30–42%;
 - дальность поездки на одной заправке газом не превышает 80% дальности поездки на одной заправке нефтяным топливом.

Демитиловый эфир

1. Демитиловый эфир (ДМЭ) является экологически чистым нетоксичным продуктом, не наносящим вред окружающей среде как с точки зрения озоноразрушения, так и с точки зрения парникового эффекта, так как он может быть произведен из возобновляемых источников.

2. Существенному уменьшению выбросов оксидов азота NO_x (до 3,5 раз) способствует примерно в два раза более высокая скрытая теплота парообразования r .
3. В большинстве работ показано, что использование ДМЭ приводит к уменьшению скорости нарастания давления в цилиндре.
4. Возможность поставлять его в контейнерах, баллонах и цистернах прямо от производителя или с приемного терминала конечным потребителям на заправки и в личные (домашние) коммунальные хозяйства.

Каждый из этих видов природного газа имеет ряд преимуществ и недостатков, для более подробного анализа была составлена таблица, в которой можно проследить ряд существенных различий между данными ГМТ.

Таблица. Различия между данными ГМТ

Параметры	Пропан-бутановая смесь	СПГ	ДМЭ
Свойства	Состояние – газообразное. При сжатии объем газа уменьшается в 200–250 раз	Состояние – жидкое. Природный газ сжижается при температуре – 161,50°C. При сжижении объем газа уменьшается в 600 раз	Состояние – жидкое. Природный газ сжижается при температуре – 24,8°C.
Энергетические свойства и особенности	Средние показатели октанового числа 110–125	Среднее значение октанового числа 105–107	Среднее значение октанового числа 92–94
Безопасность	Метан (основной компонент природного газа) легче воздуха и в случае аварийного разлива быстро улетучивается. Температура самовоспламенения у природного газа значительно выше, чем, например, у бензина	Чистый СПГ не горит, сам по себе не воспламеняется и не взрывается. На открытом пространстве при нормальной температуре СПГ возвращается в газообразное состояние и улетучивается	При превышении концентрации ДМЭ в воздухе свыше 3,4% является взрывоопасным, нужно остерегаться утечек
Инфраструктура	КПГ автомобили заправляют на АГНКС (автомобильная газонаполнительная компрессорная станция)	СПГ автомобили заправляют на криоАЗС (криогенные автомобильные заправочные станции)	СПГ автомобили заправляют на криоАЗС (криогенные автомобильные заправочные станции)
Температура кипения	– 42°C	–158...–163°C	–24,8°C

По данной таблице и знанию основных свойств данных газомоторных топлив можно заключить что:

1. СПГ:

- целесообразно применять на авторефрижераторах с большой грузоподъемностью;
- лучше всего подходит в качестве холодильного агента, так как имеет низкие температуры кипения;
- авторефрижераторы не рассчитаны на дальние перевозки или стоянку в гаражных условиях.

2. Пропан-бутановая смесь:

- целесообразно применять на авторефрижераторах с небольшой грузоподъемностью;
- низкая температура кипения позволяет применять ее в качестве холодильного агента, для перевозки замороженных продуктов;
- большой вес газового баллона уменьшает полезную грузоподъемность автомобиля.

3. ДМЭ:

- целесообразно применять на авторефрижераторах с небольшой грузоподъемностью;
- как холодильный агент имеет наивысшую температуру кипения, но в качестве топлива для автомобиля более предпочтителен;
- можно использовать на авторефрижераторах для дальних перевозок;
- стоит опасаться утечки, так как взрывоопасен;
- требует больших затрат на использование, чем СПГ или пропан-бутановая смесь.

Литература

1. Виноградова О. Газомоторное топливо в мире: состояние и перспективы // Нефтегазовая вертикаль. – 2013. – № 20. – С. 32–35.
2. Золотницкий В.А. Автомобильные газовые топливные системы. – Изд-во: Астрель, 2007. – 128 с.
3. Патент РФ № 2166705. Высокоэффективная энергохолодильная установка. БИ. – 2001. № 13.
4. Чириков К.Ю. Использование сжиженного природного газа на транспорте // Обз.-информ. серия «Криогенное и вакуумное оборудование», ХМ-6. – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1987. – С. 28–29.



Веселов Тимофей Олегович

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, группа № Т4100

Направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

e-mail: vestimofey@mail.ru



Балюбаш Виктор Александрович

Год рождения: 1937

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, д.т.н., профессор

e-mail: aiapp@mail.ru

УДК 65.011.56

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ МАКАРОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Веселов Т.О., Балюбаш В.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Балюбаш В.А.

Работа посвящена совершенствованию качественных параметров макаронной продукции путем использования инфракрасной сушильной линии. При использовании инфракрасного метода сушки,

продукт сохраняет все свои полезные и вкусовые качества, а также повышается скорость сушки и производительность сушильной линии.

Ключевые слова: инфракрасная сушка, качества, сушильные линии, метод, макаронные изделия, автоматизации, производительность.

Инфракрасная сушка макаронного изделия – технологический процесс, основанный на активном поглощении водой, содержащейся в полуфабрикате, инфракрасного излучения определенной длины волны. Удаление влаги происходит при температуре, не превышающей 60 градусов, благодаря чему не происходит разрушение продукта, и сохраняются все его качественные характеристики. Коротковолновые лучи инфракрасного излучения достигают глубины до 6 мм, равномерно прогревая макаронный продукт [1–5].

Цель работы – проведение анализа инфракрасной сушильной линии, выделение ее преимуществ и недостатков по сравнению с конвекционным методом.

Задачи: исследование современных тенденций развития в сферах производства макаронной продукции; исходя из анализа современных инфракрасных сушильных линий, выделение положительного влияния на качественные параметры макаронной продукции.

Современной тенденцией у европейских производителей стало использование инфракрасной сушильной линии. По сравнению с конвекционной сушильной линией инфракрасный метод намного энергоэффективнее. Это связано с тем, что в конвекционном методе нагревание продукта происходит путем нагревания пара. В инфракрасном методе же, нагревается вода, в продукте минуя дополнительный теплоноситель, что значительно повышает энергоэффективность данного метода. Также стоит отметить, что производительность инфракрасной сушильной линии выше. Это связано со временем выполнения операции сушки продукта (до четырех часов) (табл. 1).

Таблица 1. Продолжительность сушки макаронного изделия в зависимости от метода

Метод сушки	Продолжительность, ч	
	Сушка	Стабилизация
Инфракрасный	1–1,5	2
Конвекционный	10,5	2–2,5

Поскольку процесс сушки проходит без использования высоких температур, макаронные изделия имеют высокие показатели качества (табл. 2).

Таблица 2. Показатели качества макаронных изделий

Показатели качества	Значения
Цвет	Золотисто-желтый
Излом	Стекловидный
Влажность, %	13
Кислотность, град	3,2
Прочность, г	800
Время варки, мин	12
Количество поглощенной воды	2,5
Удельная прочность после варки, г/мм ²	8,8
Слипаемость	120

С точки зрения автоматизации имеются три канала управления качеством продукции:

1. интенсивность облучения;
2. подача сухого воздуха в сушильный аппарат;
3. скорость конвейера сушильного аппарата.

С точки зрения теории автоматизации стоит выбрать канал интенсивности облучения, так как он имеет самый большой коэффициент передачи и не изменяет время процесса сушки макаронного полуфабриката.

Основным минусом инфракрасной сушильной линии является высокая стоимость оборудования. Это связано с большим количеством автоматики и программного оборудования.

Вывод. Обоснован инфракрасный метод как более эффективный метод сушки макаронных изделий, по сравнению с конвекционным методом.

Литература

1. ГОСТ 31743-2012. Изделия макаронные. Общие технические условия. – Введен 01.07.2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 8 с.
2. Малышкина В.А., Зинюхин Г.Б., Пищухин А.М., Попов В.П. Анализ процесса сушки макаронных изделий в инфракрасных сушилках // Вестник ОГУ. – 2004. – № 4. – С. 135–138.
3. Иванова З.А., Нагудова Ф.Х., Шогенов Ю.М. Влияние режимов сушки на качественные показатели макаронных изделий // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. – С. 542.
4. Осипова Г.А. Технология макаронного производства: учебное пособие для вузов. – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 152 с.
5. Шнейдер Т.И. Технохимический контроль макаронного производства. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 100 с.



Воронцова Екатерина Николаевна

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии и техносферной безопасности, группа № А4105

Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность

e-mail: voronakathy1004@gmail.com

УДК 331.453

ОХРАНА ТРУДА КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭЛЕМЕНТ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Воронцова Е.Н.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Конопелько Л.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Особенности организации охраны труда на предприятиях».

В работе показаны особенности объединения системы управления охраной труда с системой менеджмента качества на основе общепризнанных международных стандартов.

Ключевые слова: охрана труда, система управления охраной труда, стандартизация.

Актуальность вопросов охраны труда в Российской Федерации (РФ) значительно выше, чем в государствах Западной Европы и Восточной Азии, исходя из того, что больше 75% ведущих фондов компаний в РФ уже отработали свой ресурс. Безусловно, работа на изношенном оборудовании ведет к увеличенной аварийности, несчастным случаям разной степени тяжести и смертельным финалам.

Все эти прецеденты определяют вопросы охраны труда как первоочередные задачи улучшения работы предприятия. С одной стороны, решение данных задач обусловлено

выполнением требований федерального законодательства [1]. А с другой стороны имеется решение вопросов охраны труда, которое дает уверенность сотрудникам компании в том, что большую часть собственной жизни они находятся в комфортных и безопасных условиях, и при появлении несчастного случая, сотрудник и его семья будут защищены путем компенсационных выплат, реабилитационных мероприятий, и т.д.

Принципиально важно осознать, что служба охраны труда не «бездонный колодец», финансирование которого дает убытки, а «золотая жила», инвестиции в которую окупаются во много раз и за короткие сроки. Нужно донести до руководителей и зафиксировать на ментальном уровне тезис о том, что «Охрана труда – это выгодно!». Здоровый, работающий в комфортных и безопасных условиях персонал, изготавливает более высококачественную продукцию, получает меньше травм и тем самым сокращает непроизводственные издержки, дает более высокую производительность.

Как выстроить работу по охране труда максимально выгодно для предприятия? В первую очередь необходима не разовая акция, которая организуется при очередной проверке инспектора, а целостная система управления службой охраны труда (СУОТ) (рисунок), работающая ежедневно и планомерно.



Рисунок. Структура системы управления охраной труда на предприятии

Блоки, входящие в систему, определяют действия по охране труда и настоятельно требуют стандартизации на предприятии в согласовании с документом, устанавливающим общепризнанные нормы [2]. Это стандарт ГОСТ Р 12.0.007-2009 ССБТ «Система управления охраной труда в организации», который гармонизирован с международным стандартом ИСО-OSH 2001 «Руководящие принципы по системам управления безопасностью и гигиеной труда».

Системный подход подразумевает возведение всех процессов СУОТ в виде последовательной и взаимосвязанной системы, когда все части, образующие ее, имеют непосредственно четкое обозначение, задачи и функции, которых закреплены в документальной форме. Признаком системы считается более прочная связь внутри самой системы, чем связи любого отдельного блока с элементами за пределами системы. В случае, если все условия выполняются, то возможно сказать, что представленная система устойчива и самодостаточна [3].

В настоящее время в большинстве компаний в РФ не применяется системная документация по охране труда. Вследствие этого стандартизация СУОТ требует:

1. разработки и применения документов, определяющих возможности развития СУОТ на конкретный период времени;
2. создания документов, которые характеризуют систему управления службой охраны труда на предприятии и ее характеристики: цели и политика организации в области охраны труда, стандарты предприятия по охране труда, положение управления охраной труда на предприятии;
3. применения традиционных и нахождения новых форм документов.

Стандарты предприятия по СУОТ обязаны быть точны и понятны. Но остается не закрытым вопрос о системе поощрения и санкций персонала в области охраны труда. Российская федерация относится к числу государств прямого воздействия законов, содержащих вероятные меры наказания или ответственности. Вследствие этого, во избежание лишней документации, нет надобности привязывать эти меры к предприятию, отделу и должностям. Другое дело система стимулирования персонала, которая в явном виде поощряет безаварийную работу. Главными терминами в области человеческих ресурсов считаются: «компетентность», «квалификация» и «подготовка» персонала. Кадры решают все. Данный лозунг сейчас, как никогда, актуален. Профессиональное развитие персонала является важной ключевой задачей, напрямую влияющей на качество СУОТ и конкурентоспособность предприятия. Для этого необходимо готовить кадры.

Качество изучения во многом находится в зависимости от привлечения к процессу ведущих специалистов в интересующей отрасли.

Так, обращая внимание на все возрастающую значимость правового регулирования охраны труда на производстве и в данной связи весомую роль соответствующих норм Трудового кодекса РФ, при получении высшего образования, в программах курсов повышения квалификации и в периодически проводимых тематических семинарах особое пространство занимают вопросы правовых основ в профессиональной деятельности. Высококвалифицированные специалисты раскрывают слушателям содержание законодательных актов, регулирующих требования к соблюдению всех норм по охране труда и технике безопасности на производстве при осуществлении всех видов деятельности (конструировании машин, проектировании, строительстве и эксплуатации объектов, конструировании механизмов и иного оснащения, организации производства и труда, разработке технологических процессов и т.д.).

Таким образом, обучение персонала сегодня – есть основная база построения эффективной системы управления службой охраны труда. Объединение СУОТ совместно с системой менеджмента качества на основе общепризнанных международных стандартов даст возможность предприятиям в нашей стране реальные шансы и конкурентные преимущества, такие как безопасные условия труда, высокая производительность и эффективность, заинтересованные сотрудники.

Правильная работа службы охраны труда повышает производительность, позволяет занимать лидирующие позиции на федеральном и международном уровнях, и следовательно, является важнейшим элементом конкурентоспособности предприятия.

Литература

1. Федеральный закон от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ «Трудовой кодекс Российской Федерации».
2. ГОСТ 12.0.004-2015. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения. – Введен 01.03.2017. – М.: Стандартинформ, 2015. – 77 с.
3. Севастьянов Б.В., Лисина Е.Б., Шадрин Р.О., Тюрикова И.Г., Синцов М.А. Управление безопасностью труда. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2013. – 464 с.



Герасимов Константин Романович

Год рождения: 1995

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии и техносферной безопасности, группа № А4105

Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность

e-mail: gearuse@gmail.com

УДК 504.75

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

Герасимов К.Р.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Кустикова М.А.

Проводились первые этапы научно-исследовательской работы, изучение литературы и ознакомление с основной терминологией, приведены следующие этапы прохождения работы.

Ключевые слова: законодательство в сфере обращения с отходами, уровни законодательства, предприятия, работающие в сфере обращения с отходами.

Экологическая безопасность на предприятии – это определенный комплекс мер. Их цель – приведение его деятельности к соответствию природоохранным нормативам и повышение его рентабельности. Подразумевается, что организация, работающая в сфере переработки отходов, увеличивает свою эффективность, а кроме того, снижает воздействие вредных веществ как на самих работников, так и на окружающую среду. Соответствие российским и европейским эконормам делает компанию более конкурентоспособной, так как дает возможность участвовать в большем количестве различных проектов. Дело в том, что для зарубежных заказчиков экология производства очень важна, и при выборе исполнителя она является чуть ли не решающим фактором [1].

Целью работы являлось ознакомиться и разобраться в системе обращения с отходами в Российской Федерации, познакомиться с устройством предприятия работающего в сфере переработки отходов на конкретном примере.

Задачи:

1. ознакомление с уровнями законодательства;
2. разбор основополагающих уровней;
3. ознакомление с государственным экологическим предприятием.

Вначале были перечислены все возможные уровни законодательства в сфере обращения с отходами:

- международные законы;
- Федеральные законы;
- зоны субъектов;
- органы местного самоуправления не вправе принимать собственные законодательные акты.

Экологическая безопасность предприятия оценивается на местном уровне органами санитарно-эпидемиологического надзора. На федеральном – природоохранной прокуратурой. Собственникам производств стоит учитывать, что данные организации достаточно легко выписывают штрафы, начиная от нескольких десятков тысяч рублей и заканчивая миллионами, а также закрывают производства до устранения причин. В случае запрета на функционирование организации заплатить за нарушение норм все же придется. Кстати, о нормах. Высчитываются они согласно итогам экологического аудита в соответствии с нормативными документами Закона «Об охране окружающей среды».

При этом итоги исследований, которые приводятся как в текстовом, так и в графическом виде, подразумевают наихудшее развитие событий на производстве. Таким образом, собственник заинтересован в постоянной модернизации мощностей с целью снижения количества отходов, так как чем их больше, тем выше налог, который назначается за загрязнение окружающей среды [1].

Все же перечислим основные федеральные законы в сфере обращения с отходами:

- Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (с изменениями 29 декабря 2014 года) (редакция, действующая с 1 февраля 2015 года)» (89-ФЗ);
- Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями 29 декабря 2014 года);
- Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (с изменениями 29 декабря 2014 года);
- Федеральный закон от 04.05.2011 № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» (с изменениями 14 октября 2014 года);
- Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения (с изменениями на 29 декабря 2014 года)».

Вследствие ознакомления с вышеперечисленным, было выбрано предприятие для прохождения производственной практики.

Общество с ограниченной ответственностью «Экологическое предприятие «Меркурий» с 2000 года работает в сфере обращения с отходами. Основной деятельностью предприятия является прием и переработка всего спектра ртутьсодержащих отходов, оказание услуг по выявлению ртутных загрязнений, демеркуризации помещений, ликвидации несанкционированных свалок ртутьсодержащих отходов.

Переработка ламп и приборов, содержащих ртуть, производится на высокотехнологичных демеркуризационных установках с получением экологически чистых продуктов и возврата ртути в промышленное производство.

Выявление ртутных загрязнений и контроль за концентрацией паров ртути в окружающем воздухе осуществляет аккредитованная ртутьметрическая лаборатория. Квалифицированные сотрудники лаборатории выезжают на ликвидацию ртутных разливов, проводят работы по демеркуризации помещений и территории. С 2010 года данное предприятие также осуществляет сбор и переработку отслужившей свой срок оргтехники, медицинских отходов класса Б (обеззараженных шприцев), сбор и транспортировку отработанных автомобильных аккумуляторов и покрышек [2].

Ртуть как опасное вещество относится к первому классу опасности.

Проникновение ртути в организм чаще происходит при вдыхании ее паров, не имеющих запаха.

Воздействие ртути даже в небольших количествах может вызывать проблемы со здоровьем и тяжелое отравление. Ртуть оказывает токсическое воздействие на нервную, пищеварительную и иммунную системы, на легкие, почки, кожу и глаза.

Отравления ртутью делятся на легкие (пищевые отравления), острые (после аварий на предприятиях, вследствие нарушений техники безопасности) и хронические.

Хроническое отравление повышает риск туберкулеза, атеросклероза, гипертонии. При этом последствия отравления ртутью могут проявляться спустя несколько лет после прекращения контакта с ней [3].

Это показывает нам всю важность работы предприятия Меркурий.

Их квалифицированность и профессионализм доказывает выданная Федеральной службой по надзору в сфере природопользования, лицензия на работу с опасными

отходами, а также многочисленные сертификаты, доказывающие, что рабочий процесс соответствует требованиям нормативных документов.

Заключение. Подготовка к производственной практике и сбор информации завершены. План действий таков:

- прохождение практики на предприятии «Меркурий» в течение трех месяцев;
- разбор процесса работы предприятия и принципа действия каждого из частей оборудования;
- получение данных о концентрациях паров ртути в помещении лаборатории по демеркуризации, а также в выбросах воздуха после очистки от паров.

Литература

1. Бадагуев Б.Т. Экологическая безопасность предприятия: Приказы, акты, инструкции, журналы, положения, планы. – М.: Альфа-Пресс, 2012. – 568 с.
2. МР 4545-87. Методические рекомендации по контролю за организацией, текущей и заключительной демеркуризации и оценке ее эффективности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lawmix.ru/sssr/5836>, своб.
3. СП 4607-88. Санитарные правила при работе со ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.recyclers.ru/modules/documents/item.php?itemid=32>, своб.



Глушаев Алексей Владимирович

Год рождения: 1992

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра криогенной техники и технологий сжиженного природного газа, аспирант

Направление подготовки: 13.06.01 – Электро- и теплотехника

e-mail: Lorencia48155@gmail.com

УДК 621.59

СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ КОММУТАТОРЫ ТОКА

Глушаев А.В.

Научный руководитель – д.т.н., доцент Баранов А.Ю.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

В работе рассмотрены различные варианты практического использования сверхпроводниковых коммутаторов. Произведен анализ известных способов управления этих устройств. Указаны пути, в которых следует производить исследования.

Ключевые слова: сверхпроводимость, коммутатор, магнитная система, ключ, перемычка.

На протяжении многих лет интенсивно ведутся работы по разработке и внедрению в электроэнергетику различного сверхпроводникового оборудования: генераторов, трансформаторов, кабелей, сверхпроводящих коммутаторов тока (СПК).

Сверхпроводящие коммутаторы используются [1]:

1. для генерации сильноточных импульсов. При разряде с усилением по току сверхпроводящих индуктивных накопителей энергии (СПИНЭ).

Для преобразования накопленной в СПИНЭ энергии магнитного поля в электрические импульсы необходимы СПК с высокой отключающей способностью.

Вывод энергии из накопителя в нагрузку осуществляется при переводе СПК в резистивное состояние;

2. для перевода сверхпроводящих магнитных систем (СМС) в режим с незатухающим током. При работе с магнитами, предназначенными для эксплуатации в течение длительного времени при неизменном поле, целесообразно в качестве сверхпроводящих перемычек использовать СПК, поскольку теплоприток снижается за счет удаления токовыводов из холодной части криостата, и обеспечивается высокая стабильности магнитного поля;
3. в качестве защиты СМС от разрушения при переходе в нормальное состояние;
4. для ограничения силы тока как в обычных («теплых») линиях электропередачи при коротких замыканиях, так и в сверхпроводящих (СП) кабельных линиях электропередачи. Такой СП ограничитель тока срабатывает при превышении критического значения силы тока в случае короткого замыкания на линии.

Ранние разработки СПК основывались на применении низкотемпературных сверхпроводников (НТСП). Основной недостаток этого типа СПК заключается в том, что эти материалы находятся в сверхпроводящем состоянии только при температуре жидкого гелия (4,2 К) охлаждение до рабочего уровня температур очень дорого, а СПК имеют большие размеры и сложны в эксплуатации.

Открытие высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) в 1986 году кардинально изменило положение. Сверхпроводящее состояние можно достигать охлаждением до уровня 77 К, при охлаждении жидким азотом. Азотное охлаждение существенно удешевляет конструкцию ВТСП устройства и уменьшает его габаритные размеры.

Коммутация тока с использованием сверхпроводниковых материалов основана на их переходе из СП состояния в резистивное. Указанный переход происходит в случае превышения хотя бы одного из критических параметров сверхпроводника – температуры, силы тока или напряженности магнитного поля. СПК – это многоцелевое управляемое устройство многократного действия, которое обладает возможностью изменения собственного сопротивления от сверхпроводящего до резистивного состояния). СПК дает возможность осуществить бездуговое переключение тока из цепи СПК в цепь нагрузки с высоким быстродействием (до 10^{-6} с).

Описаны три способа управления при переходе СПК из сверхпроводящего состояния в нормальное: управление температурой СПК, управление силой тока, управление внешним магнитным полем вокруг СПК [2].

Управление СПК с помощью магнитного поля состоит в том, что за короткое время (10^{-5} с) во всем объеме СПК создает магнитное поле с напряженностью В, являющейся критической для токонесущего элемента (ТНЭ).

Этот способ связан с наибольшими трудностями при реализации, особенно при необходимости обеспечить высокую частоту перевода ТНЭ ключа в нормальное состояние и обратно. Обмотка, формирующая магнитное поле, занимает значительную часть объема СПК. Низкое значение критической напряженности магнитного поля ТНЭ препятствует размещению его в рассеянном магнитном поле. Преимущество этого способа состоит в том, что к жидкому криоагенту подводится незначительное количество энергии от обмотки управления.

Электрический способ может быть осуществлен путем разряда через ТНЭ ключа батареи конденсаторов. Время переключения из сверхпроводящего состояния в нормальное при этом очень мало. Однако при недостаточно высоких напряжениях управляющего импульса ТНЭ переходит в нормальное состояние частично, что уменьшает сопротивление ТНЭ в нормальном состоянии и, следовательно, ведет к увеличению потерь энергии. Для полного перехода необходимо применять конденсаторы с напряжением в несколько киловольт. Управляемые импульсом электрического тока

СПК представляется целесообразным применять в источниках высокого напряжения для генерации импульсов большой мощности, а также в быстродействующей защите крупных СМС, а том числе криогенных электрических машин.

Наиболее простым в реализации является тепловой способ. При низких температурах теплоемкость сверхпроводящих материалов весьма мала и требуется небольшая энергия, вводимая с помощью нагревателя, чтобы нагреть ключ выше температуры перехода. Для питания нагревателя могут быть применены сравнительно малые токи и низкие напряжения. Недостатками данного способа являются малая частота переключения ключа, связанная с тепловой инерцией нагревателя, и низкий КПД. Для осуществления быстрого нагрева сверхпроводника нужна хорошая теплоизоляция между материалом ключа и жидким криоагентом, а для быстрого охлаждения – хороший тепловой контакт. Конструктивно удовлетворить оба требования достаточно трудно. Коммутаторы с тепловым управлением исследовались для СП систем с рабочими токами 200–800 А [3]. Экспериментально установлено, что СПК с рабочими участками длиной менее 80 мм неустойчивы в тепловом отношении.

Переход СП коммутатора в нормальное состояние по любому способу должен проводиться одновременно по всей длине сверхпроводника. Нарушение этого условия возможно, например, из-за наличия неоднородностей по длине сверхпроводника в СПК. При этом его отдельные участки выходят в нормальное состояние еще до достижения необходимой амплитуды управляющего импульса, что приведет к делению тока между коммутатором и нагрузкой, т.е. – к понижению плотности тока в СПК. Такой частичный переход увеличивает потери, энергии в СПК, к тому же не в полном его объеме, что может привести к перегоранию токонесущего элемента.

При проведении исследований, направленных на разработку эффективности СПК, существует необходимость исследовать тепловые свойства сверхпроводника в коммутаторе при неравномерном переводе сверхпроводящего элемента в нормальное состояние. Требуется дальнейшее улучшение существующих конструкций СПК. Особое внимание надо уделить на электрическое сопротивление контактов между отрезками композитного сверхпроводящего материала и выбрать способ соединения с минимальным контактным сопротивлением. Подбор СП коммутаторов для каждой магнитной системы экспериментальным путем очень дорог. Необходимо создать и отладить математическую модель, способную описать все известные физические процессы.

Литература

1. Акопян Д.Г., Бурсиков А.С., Егоров С.А., Корецкий А.Ю., Родин И.Ю. Сверхпроводниковые коммутаторы. – СПб.: НИИЭФА, 2003. – 86 с.
2. Мымриков В.В. Сверхпроводящие ключи для сверхпроводящего преобразователя тока. – Л.: НИИЭФА, 1980. – 20 с.
3. Антонов Ю.Ф., Зайцев А.А. Магнитолевитационная транспортная технология / Под ред. В.А. Гапановича. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 476 с.



Горбунова Анастасия Викторовна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, группа № Т4215

Направление подготовки: 19.04.02 – Продукты питания из растительного сырья

e-mail: n1993@list.ru

**Соболева Елена Викторовна**

Год рождения: 1960

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, к.т.н., доцент
e-mail: elenavsoboleva@mail.ru

УДК664.66.022.3

**ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ
НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ХЛЕБА****Горбунова А.В., Соболева Е.В.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Соболева Е.В.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615871 «Биотехнология, процессы и аппараты для производства продуктов питания функционального назначения».

Одним из способов расширения ассортимента обогащенных хлебобулочных изделий является разработка и внедрение в производство новых сортов хлеба с добавлением биологических активных добавок. В работе рассмотрены биологические активные добавки, представляющие собой водно-спиртовые экстракты, полученные из отходов переработки жимолости съедобной и рябины амурской. **Целью работы** являлось определение влияния водно-этанольных экстрактов на физико-химические показатели качества хлеба.

Ключевые слова: растительные экстракты, полифенольные соединения, хлебобулочные изделия, здоровое питание, функциональный продукт.

В настоящее время актуальным является производство продуктов питания, которые не только удовлетворяют потребности человека, но и обладают лечебно-профилактическими свойствами.

Стремление населения к здоровому образу жизни требует расширения ассортимента обогащенных продуктов питания повседневного потребления, которые способны предупредить различные заболевания. Необходимость производства полезных для здоровья продуктов предусмотрена основными направлениями политики здорового питания в России [1].

Образ жизни современного человека изменяется под воздействием окружающих его факторов – пищевой рацион, уровень физиологических и психологических нагрузок, скорость обмена информацией, состояние окружающей среды, – которые направленно влияют на состояние его здоровья, работоспособность, эмоциональный настрой. Для обеспечения здорового образа жизни и высокой трудоспособности в современных условиях важно внимательно относиться к качественному составу пищи. На современном этапе развития общества в производстве продуктов здорового питания широко используются биологически активные добавки, которые влияют на функции тех или иных систем организма и способны повышать резистентность организма человека к различным заболеваниям.

Среди таких добавок наиболее перспективными являются комплексы растительных полифенолов, растущий интерес к которым связан с их фармакологическими свойствами. Они обладают антибактериальным, противораковым, противовоспалительным, сосудорасширяющим действиями, ингибируют процессы перекисного окисления липидов, агрегацию тромбоцитов, снижают хрупкость и проницаемость капилляров [2].

Дальневосточный регион богат растительными сырьевыми ресурсами, которые можно использовать для получения полифенольных комплексов. Путем экстракции растительного сырья водным раствором этилового спирта выделяют конечные продукты, содержащие значительное количество биологически активных веществ (БАВ), в частности полифенолов [3].

Исследование водно-этанольных (40%) экстрактов, выделенных из отжима после отделения сока жимолости съедобной и рябины амурской, показало, что в них содержится $33,04 \pm 1,32$ и $35,20 \pm 1,12$ г/л общих полифенолов соответственно.

Хлеб является важнейшей составляющей пищевого рациона России. Большой практический интерес представляет создание хлеба с добавлением адаптогенов – веществ, способных повышать неспецифическую сопротивляемость организма человека к широкому спектру вредных воздействий.

В связи с этим одним из путей применения водно-этанольных экстрактов является использования их в хлебопекарной промышленности.

Целью работы являлось определение влияния биологических активных добавок (БАД) в виде водно-этанольных экстрактов (ВЭЭ), выделенных из отжима после отделения сока жимолости съедобной и рябины амурской, на физико-химические показатели качества хлеба.

Полученные экстракты вносили в количестве 2% и 4% к массе муки на стадии замеса теста. Тесто готовили безопасным способом по рецептуре, приведенной в табл. 1. Контрольным образцом служил хлеб из пшеничной муки высшего сорта без введения БАД.

Таблица 1. Рецептура хлебобулочного изделия

Наименование сырья	Количество сырья, кг		
	Контроль	ВЭЭ Жимолости/Рябины 2%	ВЭЭ Жимолости/Рябины 4%
Мука пшеничная высшего сорта	100,00	100,00	100,00
Дрожжи сухие инстантные	0,80	0,80	0,80
Соль поваренная пищевая	1,50	1,50	1,50
Сахар-песок	2,00	2,00	2,00
Маргарин столовый с сод. жира не менее 82%	2,00	2,00	2,00
БАД	–	2,00/2,00	4,00/4,00
Вода	По расчету		

В готовом хлебе определяли основные физико-химические показатели, в соответствие с нормативной документацией. Результаты исследования приведены в табл. 2.

Было установлено (табл. 1), что при добавлении БАД в количестве 2% и 4% влажность оставалась на уровне контроля, а пористость мякиша возросла на 3%.

С увеличением дозировки экстракта жимолости съедобной кислотность мякиша превышала контроль (но не превышала нормативные значения) в связи с повышенной кислотностью экстракта. При добавлении ВЭЭ рябины амурской кислотность мякиша была сопоставима с образцом без БАД.

Внесение ВЭЭ приводило к увеличению удельного объема хлеба. В опытных образцах с 2% и 4% экстракта жимолости съедобной удельный объем хлеба повысился на 2% и 3% соответственно по сравнению с контрольным образцом, а при добавлении рябины амурской – на 4% и 5%. Это связано с наличием в составе ВЭЭ большого количества витамина С, а также макро- и микроэлементов, которые благотворно влияют на дрожжевые клетки и повышают их активность.

Таблица 2. Физико-химические показатели качества хлеба

Показатель	Результаты измерений				
	Контроль	ВЭЭ Жимолости 2%	ВЭЭ Жимолости 4%	ВЭЭ Рябины 2%	ВЭЭ Рябины 4%
Влажность, %	40,9	41,0	41,2	40,7	40,8
Кислотность, град	2,2	2,6	3,0	2,2	2,4
Пористость, %	86,0	89,0	89,0	89,0	89,0
Объем хлеба, см ³	1850	1890	1910	1930	1950
Удельный объем, см ³ /г	4,11	4,13	4,18	4,24	4,29
Формоустойчивость <i>H:D</i>	0,51	0,50	0,50	0,47	0,49

Внесение экстрактов не повлияло отрицательно на формоустойчивость опытных образцов по сравнению с контролем.

Анализ результатов органолептической оценки готовых изделий показал, что опытные образцы с дозировкой экстракта 4% обладали выраженным ароматом и ягодным приятным вкусом, без ощущения горечи и сладости. Более темным цветом мякиша с сиреневым оттенком обладал образец с 4% ВЭЭ жимолости съедобной. Образцы с добавлением 2% ВЭЭ по аромату и вкусу были сопоставимы с хлебом без добавления экстракта.

Добавление ВЭЭ в количестве 2% и 4% позволило получить хлебобулочные изделия с обогащенным составом, благодаря присутствию в добавках значительного количества БАВ. По физико-химическим и органолептическим показателям опытные образцы незначительно отличались от контроля.

Таким образом, в результате исследования были получены хлебобулочные изделия функциональной направленности высокого качества с хорошими потребительскими свойствами.

Литература

1. Кочеткова А.А. Современная технология позитивного питания и функциональных продуктов // Пищевая промышленность. – 1999. – № 3. – С. 4–5.
2. Фоменко С.Е. Применение растительных полифенолов в составе функциональных продуктов питания // Вестник ТГЭУ. – 2009. – № 1. – С. 62–69.
3. Спрыгин В.Г. Отходы от переработки дальневосточных дикоросов – перспективные источники пищевых антиоксидантов // Изв. Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – № 1–3. – С. 812–815.



Гринченко Анастасия Романовна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, группа № Т4237

Направление подготовки: 15.04.02 – Технологические машины и оборудование

e-mail: anastasiya-grinchenko@mail.ru



Гуляева Юлия Николаевна

Год рождения: 1966

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, к.т.н., доцент

e-mail: gulyaeva.yul@yandex.ru



Новоселов Александр Геннадьевич

Год рождения: 1952

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, д.т.н., профессор

e-mail: dekrash@mail.ru

УДК 665.328

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И СОСТАВА ОЛИВКОВЫХ МАСЕЛ

Гринченко А.Р., Гуляева Ю.Н., Новоселов А.Г.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Гуляева Ю.Н.

Оливковое масло принадлежит к наиболее популярным и распространенным растительным маслам. При разработке современных технологий и подбора оборудования для переработки маслосодержащего сырья необходимо учитывать физические свойства, а именно вязкость. В работе представлены результаты экспериментальных исследований коэффициента динамической вязкости оливковых масел, в зависимости от температуры и скорости сдвига, и их графическая обработка.

Ключевые слова: пищевая промышленность, оливковое масло, скорость сдвига, коэффициент динамической вязкости, температура.

Оливковое масло представляет собой ценный продукт, который производится в основном в странах Средиземноморья, таких как Италия, Испания, Греция, Турция, Тунис.

Производство оливкового масла состоит, как правило, из нескольких стадий – таких как мытье, измельчение, прессование, отстаивание, центрифугирование и фильтрация – в термических условиях, которые не должны приводить к изменениям структуры масла. Очень важно для получения чистого качественного масла максимально быстро переработать урожай, так как после сбора окисление маслин происходит очень быстро. При окислении качество полученного продукта ухудшается. Сырая мякоть плода содержит до 80% невысыхающего масла, в состав которого входят уникальные по своим свойствам ненасыщенные жирные кислоты – олеиновая (75%), линолевая (13%) и линоленовая (0,55%). Также химический состав масел может изменяться от страны происхождения исходного сырья [1].

Оливковые масла применяются в пищевой промышленности для производства маргарина, шортенинга, салатного масла, майонеза, а также масло широко используется: в перерабатывающей промышленности, в кулинарии, косметологии (крема, мыло, эмульсии), медицине (для растворов витаминов и т.п.) [2].

При получении качественных масел необходима качественная очистка, которая подразумевает процессы отстаивания, декантации, фильтрования. Стадии осаждения и фильтрования является наиболее важным этапом при производстве оливковых масел, так как они, в конечном счете, влияют на чистоту и качественные показатели масла.

На скорость осаждения и скорость фильтрования большое влияние оказывает вязкость. Точное знание вязкости оливковых масел – это ключевой параметр, который позволяет оптимизировать временные затраты на этап осаждения и фильтрования в конечной стадии производственного процесса.

Кроме того, знание вязкости оливковых масел необходимо при различных гидродинамических и тепловых расчетах, связанных с проектированием установок, например, трубопроводов для перекачки масел, теплообменников и пр. Также важное значение имеет определение вязкости в процессе получения различных лечебно-косметических экстрактов, так как влияет на скорость экстрагирования [3].

В настоящее время в научной литературе данные по вязкости оливковых масел представлены крайне скудно. В этой связи встает потребность в более тщательном и глубоком исследовании вязкости оливковых масел.

Цели работы:

- провести экспериментальные исследования зависимости коэффициента динамической вязкости от температуры оливковых масел различной степени очистки;
- провести экспериментальные исследования зависимости коэффициента динамической вязкости оливковых масел от скорости сдвига.

Объектами исследования являлись оливковые масла. В качестве исследуемых объектов были выбраны: рафинированное оливковое масло (Испания); нерафинированное оливковое масло (Италия); оливковое масло смесь (80% рафинированного и 20% нерафинированного) (Испания). Так как они наиболее распространены в Российской Федерации.

Эти объекты исследовались в изменяющихся параметрах, а именно: температура в диапазоне 20–90°C и скорость сдвига в диапазоне 2–1000 1/с.

Измерения коэффициента динамической вязкости проводились на экспериментальной установке, которая состоит из: термостата, блока управления, ротационного вискозиметра (RHEOTEST RN 4.1 SE) и компьютера.

Обработка результатов экспериментальных исследований представлена на рис. 1–3.

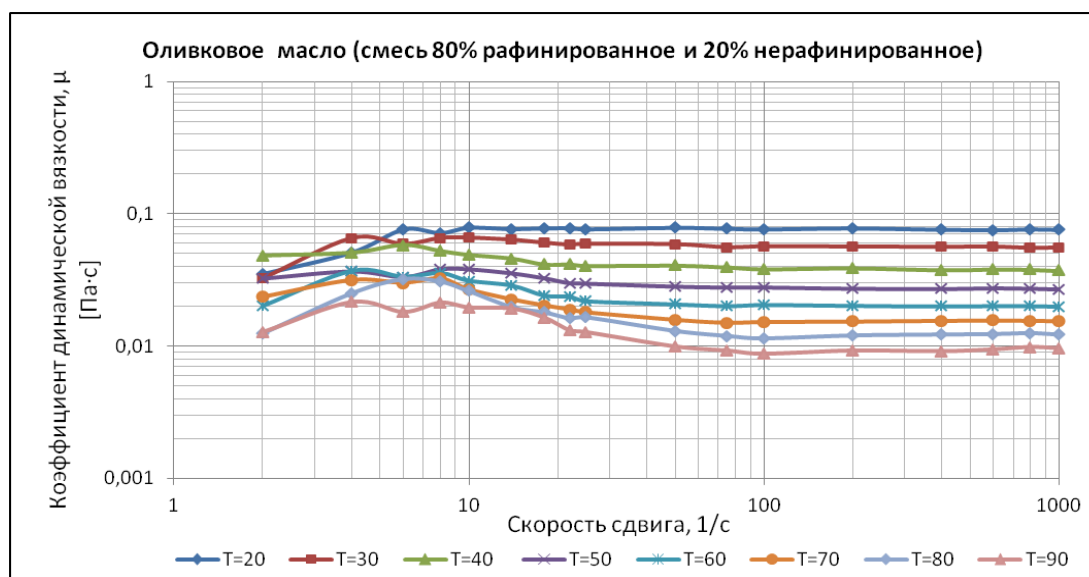


Рис. 1. Зависимость коэффициента динамической вязкости от скорости сдвига при температуре 20–90°C

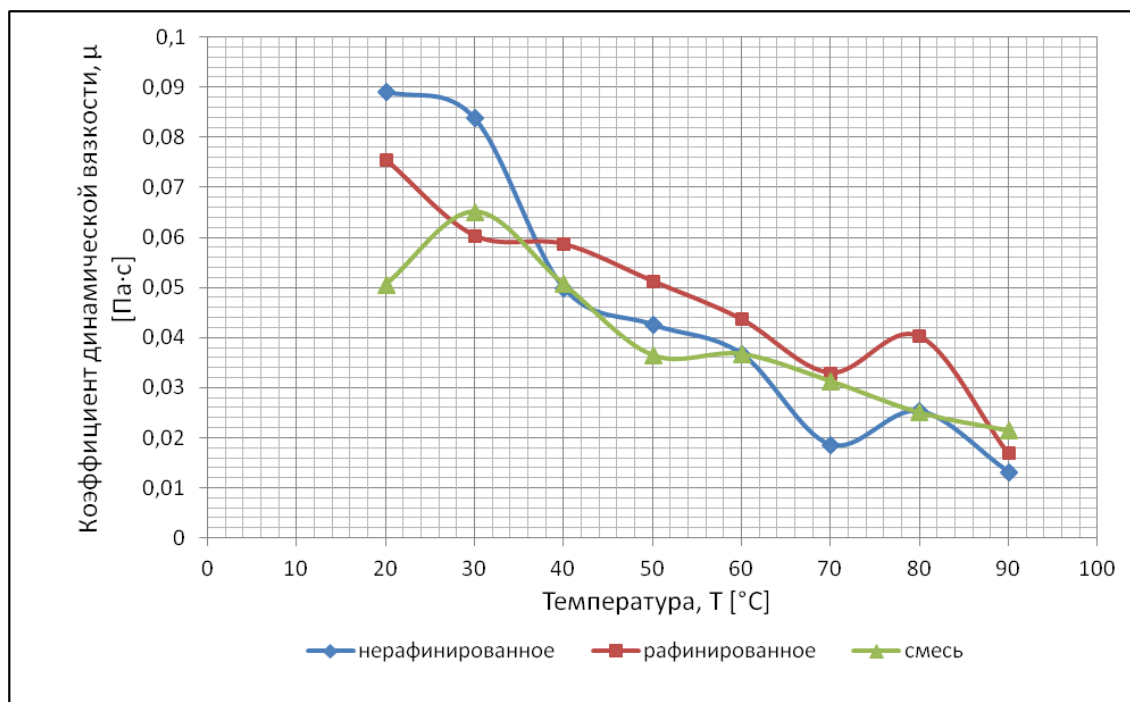


Рис. 2. Зависимость коэффициента динамической вязкости от температуры при скорости сдвига $\dot{\gamma} = 4 \text{ с}^{-1}$

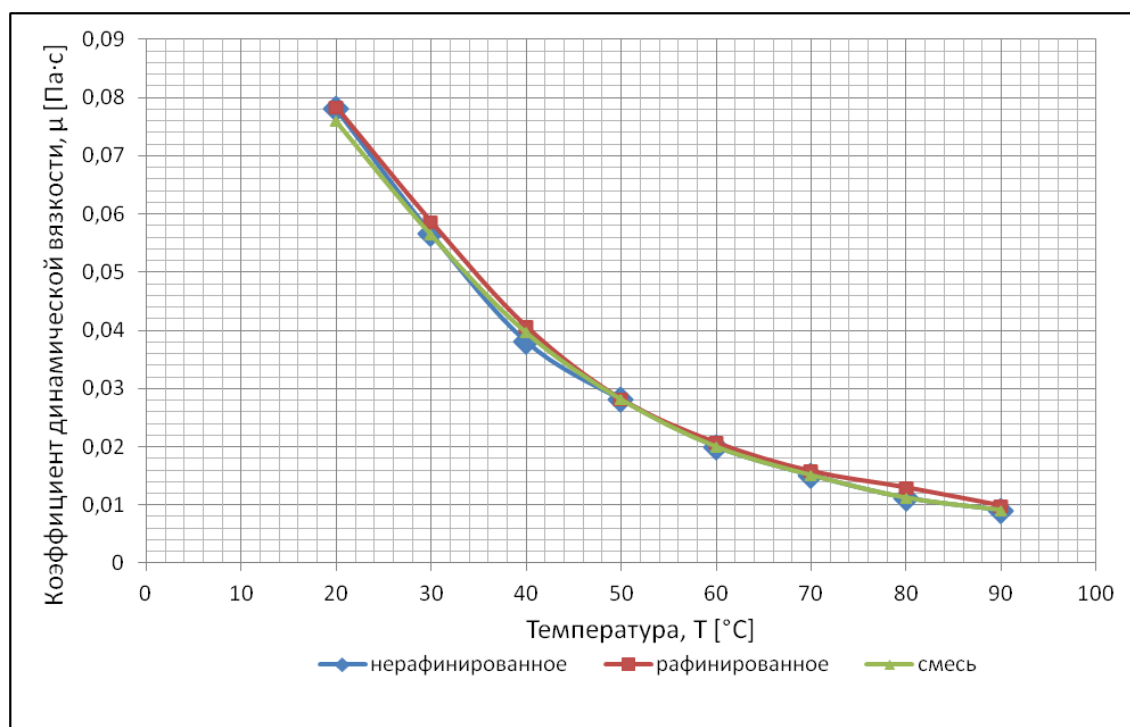


Рис. 3. Зависимость коэффициента динамической вязкости от температуры при скорости сдвига $\dot{\gamma} = 50 \text{ с}^{-1}$

Анализируя полученные результаты можно сделать следующие выводы:

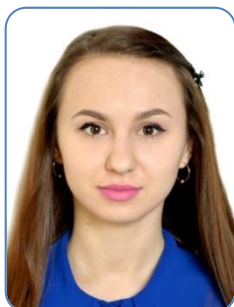
- значение коэффициента динамической вязкости практически не изменяется в зависимости от страны происхождения и степени очистки (рис. 1);
- обнаружено, что при малых скоростях сдвига 2–50 1/с масла проявляют неньютоновские свойства с признаками псевдопластичной жидкости, а при более

высоких скоростях сдвига оливковые масла проявляют поведение ньютоновских жидкостей (рис. 2, 3);

- в этой связи необходимы дополнительные исследования значений коэффициентов динамической вязкости в диапазоне скоростей сдвига 2–50 1/с для получения эмпирических уравнений.

Литература

1. Широков В., Бабейкина Д., Селиванова Н., Магда Н. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. – СПб.: Профессия, 2007. – 762 с.
2. Steffe J.F. Rheological Methods in Food Process Engineering, Freeman Press, East Lansing, Mich, USA, 1992. – 418 p.
3. Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 488 с.\



Грицкевич Вероника Сергеевна

Год рождения: 1995

Факультет пищевых технологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, группа № Т4140

Направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: gritskevichvs@bk.ru



Савкина Олеся Александровна

Факультет пищевых технологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, к.т.н.

e-mail: 1103savkina@mail.ru

УДК 579.67;579.864.1

МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЦЕННЫХ ШТАММОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

Грицкевич В.С.

Научный руководитель – к.т.н. Савкина О.А.

В работе рассмотрены и проанализированы современные методы идентификации молочнокислых бактерий, основанные на изучении их биохимических и молекулярно-генетических свойств, с целью выбора наиболее подходящих методик, позволяющих установить видовую принадлежность промышленноценных штаммов молочнокислых бактерий из коллекции Санкт-Петербургского филиала ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности в соответствии с международными стандартами.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, дрожжи, углеводный метаболизм, идентификация микроорганизмов, биохимический профиль.

Классическая идентификация микроорганизмов основывается на морфологических, физиологических и биохимических особенностях вида и штамма. При изучении молочнокислых бактерий (МКБ) и дрожжей в большинстве

идентификационных ключей используются такие характеристики, как морфология клетки, рост при определенных температурах, газообразование при утилизации глюкозы, а также спектр ассимилируемых или сбраживаемых углеводов и источников азота [1–3].

Однако микробиологический метод не всегда позволяет точно идентифицировать отдельные виды бактерий рода *Lactobacillus* из-за variability их фенотипических свойств, а также дифференцировать филогенетически родственные бактерии ввиду идентичности свойств.

Методы индикации и идентификации бактерий рода *Lactobacillus* можно разделить на две группы:

1. культуральные методы;
2. молекулярно-генетические методы.

Культуральные методы с выделением чистой культуры позволяют проводить индикацию бактерий до рода *Lactobacillus* и идентификацию до вида по ассимиляции углеводов.

Индикация рода *Lactobacillus* возможно по изучению роста колоний МКБ на плотной и жидкой питательных средах, морфологические особенности клеток под микроскопом, устанавливаются способность образовывать молочную кислоту.

Для определения способности сбраживать и ассимилировать углеводы в настоящее время широко используются тест-наборы, такие как система Biolog (США) или API (BioMerieux, Франция), в которых для получения фенотипического «отпечатка» используются набор дегидрированных реагентов и добавка унифицированного инокулята. Полученный «отпечаток» сравнивается с базой данных, предоставляемой производителем. Тест-наборы обеспечивают быструю первичную диагностику, основанную на исследовании углеводного метаболизма, за которой должны следовать более точные фенотипические и молекулярные тесты.

Более точно идентифицировать микроорганизм позволяют молекулярно-генетические методы или ДНК-методы, основанные на особенностях нуклеотидного состава ДНК микроорганизмов.

Определение нуклеотидного состава ДНК и структуры отдельных генетических детерминант позволяет наиболее точно определить таксономическое положение микроорганизма и его филогенетические связи. Одним из их преимуществ молекулярно-генетических методов является независимость от изменения условий роста микроорганизмов. Эти методы идентификации достаточно разнообразны и включают секвенирование последовательностей 16S или 23S рДНК, ПЦР-анализы с применением родо- и видоспецифических праймеров, методы ДНК-фингерпринтинга и многие другие.

С целью установления таксономического положения микроорганизма и филогенетических связей внутри таксона используют полное секвенирование отдельных генов. Анализ нуклеотидных последовательностей (секвенирование) гена 16S рРНК позволяет выявить филогенетические связи между крупными таксонами, например, между родами *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*.

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) имитирует природный процесс воспроизведения (удвоения) ДНК – репликацию, происходящую на матричной основе (по принципу комплементарности) с участием фермента ДНК-полимеразы. Но если во время репликации удваивается вся ДНК, то при ПЦР происходит многократное копирование (воспроизведение, амплификация) лишь интересующего исследователя специфического, небольшого фрагмента, расположенного между двумя праймерами. Для работы с микроорганизмами молочнокислого брожения используются такие варианты ПЦР, как мультиплексная ПЦР, гнездовая ПЦР (ТАР–ПЦР) и реал-тайм ПЦР.

Определение содержания ГЦ-оснований в тотальной геномной ДНК микроорганизма – классический метод, позволяющий установить его таксономическое положение и степень филогенетического родства в пределах отдельной группы.

Пульс-гель электрофорез. Суть метода заключается в обработке геномной ДНК редкощепящими рестриктазами, разделяющими геном на несколько (5–50) крупных фрагментов, которые затем разгоняют в агарозном геле. Фрагменты, полученные после рестрикции на агарозных пластинах, помещаются в гель и разделяются с помощью переменного электрического поля. Метод используют для фингерпринтинга изолятов бактерий.

Полиморфизм длины рестрикционных фрагментов (ПДРФ). Анализ сайтов рестрикции является эффективным способом определения вариаций последовательности ДНК. Метод основан на сравнении количества и размеров фрагментов, образующихся в результате гидролиза ДНК эндонуклеазами рестрикции, разрезающими ДНК в специфичных участках из 4–6 нуклеотидов. Благодаря высокой специфичности гидролиза, его результаты воспроизводимы – каждый раз образуется определенное количество фрагментов с определенными размерами. Эти фрагменты разделяются электрофорезом в агарозном геле и визуализируются после окраски бромидом этидия.

Риботипирование – метод геномного фингерпринтинга. Для выполнения риботипирования (создания риботипа) микроорганизма геномная ДНК обрабатывается мелко-щепящими рестриктазами. Полученные фрагменты ДНК разделяются в агарозном геле и обрабатываются зондом, в качестве которого выступают последовательности генов 16S, 23S или 5S рРНК, а также гипервариабельные нуклеотидные последовательности, рассеянные по геному. Рестрикты, содержащие копии этих генов визуализируются, формируя индивидуальную конфигурацию – риботип.

Метод анализа полиморфизма амплифицированных фрагментов ДНК (RAPD). Суть метода заключается в амплификации случайных последовательностей ДНК-мишени с одного праймера, для которого неизвестно, где на ДНК мишени он имеет участки гомологии и сколько их. В данном методе стадия рестрикции амплификатов отсутствует, поскольку в процессе амплификации синтезируются фрагменты разной длины, которые разделяют электрофорезом в агарозном геле и анализируют полученные электрофореграммы.

Анализ существующих методов идентификации лактобацилл показывает, что при идентификации молочнокислых бактерий наиболее более точные и надежные результаты позволит получить совместное применение биохимических и молекулярно-генетических методов идентификации, поскольку они могут позволить провести типирование и дифференциацию штаммов.

Литература

1. Точилина А.Г. Биохимическая и молекулярно-генетическая идентификация бактерий рода *Lactobacillus*. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук. – Н. Новгород: Нижегородский НИИ эпидемиологии и микробиологии им. академика И.Н. Блохиной, 2009. – 148 с.
2. Ботина С.Г. и др. Реклассификация отечественных пробиотических культур бактерий рода *Lactobacillus* // Генетика. – 2010. – Т. 46. – № 11. – С. 1306–1313.
3. Соловьева И.В. и др. Биологические свойства лактобацилл. Перспективы использования в лабораториях Роспотребнадзора экспресс-методов амплификации нуклеиновых кислот (манк) при контроле качества пищевых продуктов, БАД к пище, лекарственных форм, содержащих лактобациллы // Медиаль. – 2014. – № 2(12). – С. 29–44.



Громова Кристина Александровна

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4130

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: krikrikri2015@yandex.ru



Завьялова Виктория Витальевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра
промышленной экологии и безопасности, группа № А4132

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: ilka94@rambler.ru

УДК 67.08

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ РАБОТЕ ПТИЦЕФАБРИКИ

Громова К.А., Завьялова В.В.

Научный руководитель – к.х.н., доцент Юльметова Р.Ф.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

В России в настоящее время промышленное птицеводство считается перспективной, динамичной и наукоемкой отраслью агропромышленного производства. Рассматривается одно из важнейших условий устойчивого развития промышленного птицеводства – создание условий для надежного обеспечения защиты окружающей природной среды от загрязнения органическими отходами, которые в больших количествах образуются на птицеводческих комплексах. Приводятся примеры хороших практик из Финляндии и Швеции – по материалам международного проекта «Экологическая ответственность и ресурсная эффективность компаний».

Ключевые слова: птицеводческие комплексы, окружающая среда, помет, водопользование, удобрения.

Устойчивое развитие птицеводческой отрасли требует использования внутренних ресурсов, внедрения малоотходных и безотходных технологий, позволяющих максимально и комплексно включать в хозяйственный оборот сырьевые ресурсы, которые постоянно образуются и накапливаются в птицеводческих хозяйствах при производстве основной продукции – яиц и мяса птицы. Применение такого подхода обусловлено необходимостью исключить ущерб, наносимый окружающей природной среде в результате накопления отходов, и получить доход от реализации переработанных отходов.

Проблема надежной защиты окружающей природной среды от загрязнения птичьим пометом, сточными водами и непищевыми отходами, является в настоящее время актуальной практически для всех птицеводческих хозяйств Российской Федерации. На всех птицефабриках помет складывается в помехранилищах и годами накапливается там без утилизации [1].

При производстве свинины более высокая эффективность использования ресурсов была достигнута с помощью мер, связанных с производством кормов, снижением смертности молодняка. Подобные меры могут быть применены и к производству мяса птицы для

повышения эффективности использования ресурсов. Потенциальные усовершенствования связаны с инкубацией и производством мяса. Сведение к минимуму смертности цыплят, как в инкубационном периоде, так и в производстве мяса, может достигаться за счет рационального откорма, благоприятных условий при выращивании и заботы о благополучии животных [2].

Особое внимание должно уделяться вопросам водопользования на производстве. Сточные воды птицефабрик содержат в себе большое количество разнообразных взвешенных веществ, причем как неорганического, так и органического происхождения, немало растворенных кератинов и механических примесей, например, пуха и перьев. Кроме того, они характеризуются большой мутностью и высокой цветностью. Одной из основных особенностей сточных вод в птицеводческом комплексе является то, что в их составе содержится немалое количество азотосодержащих и фосфорсодержащих соединений. С точки зрения технологии производства птицы, их имеет смысл не только извлекать из сточных вод, но и использовать заново, поскольку именно они являются важными стимуляторами набора веса и способствуют быстрому наращиванию как мышечной, так и костной массы птицы. Очистку сточных вод птицефабрик необходимо производить таким образом, чтобы не только удалять вредные для окружающей среды вещества, но и использовать некоторые компоненты повторно в целях повышения рентабельности птицеводческого производства на каждой конкретной ферме.

Основная проблема птицефабрик – это куриный помет. Ресурсная эффективность может быть значительно повышена при условии переработки куриного помета с получением топлива или удобрений.

При разложении куриного помета образуется около 60% метана, который может быть использован в качестве источника энергии. По оценкам, от помета одного цыпленка в год можно производить 13–23 кВт·ч энергии [1]. Финская компания Methator Oy производит компактные модули для получения биогаза из помета, которые позволяют вырабатывать электроэнергию для ферм, обеспечивая экономически эффективные и экологически чистые и эффективные решения [3].

Центр внедрения инновационных разработок Екатеринбурга предлагает новую технологию переработки отходов птицеводческих производств в экологически чистое органическое удобрение путем микробной переработки. При разложении органических веществ из пометной массы выделяются аммиак, метан, сероводород, окись углерода и другие вещества. В помете находятся средства, применяемые для дезинфекции птичников, и медицинские препараты, представляющие опасность для человека и окружающей среды. Поэтому устойчивое развитие птицеводческого комплекса может быть поддержано увеличением уровня спроса на органические удобрения со стороны сельскохозяйственных предприятий.

В процессе убоя птицы образуются биологические отходы – перо, кишечник, части тушек, которые можно полезно использовать. В Швеции общее производство мяса птицы составляет около 80 млн т в год. Перо и др. биологические отходы перерабатывают с получением кормовой муки, которую используют в качестве ингредиента для откорма животных и в качестве удобрения [3].

Как показывает опыт финских и шведских компаний, для ресурсосбережения и повышения эффективности производства на птицефабриках можно использовать выше приведенные методы как комплексно, так и в отдельности.

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nomitech.ru/articles-and-blog/ochistka_stochnykh_vod_ptitsefabriki/, своб.
2. Лысенко В.П. Экологические проблемы российской птицефабрике и роль биотехнологии в органических отходах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://webpticeprom.ru/ru/articles-processing-waste.html?pageID=1229453737>, своб.

3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://breeding-equipment.ru/3-2-3-drinking-system.html>, своб.



Громова Кристина Александровна

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4130

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: krikrikri2015@yandex.ru



Смазнова Евгения Сергеевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: smaznova_94@mail.ru



Сергиенко Ольга Ивановна

Год рождения: 1957

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: oisergienko@corp.ifmo.ru



Юльметова Ралия Фагимовна

Год рождения: 1957

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.х.н., доцент

e-mail: liya974@mail.ru

УДК 67.08

**РЕСУРСОЭФФЕКТИВНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ НА МАЛЫХ И СРЕДНИХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ: СИТУАЦИЯ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ**

Громова К.А., Смазнова Е.С., Сергиенко О.И., Юльметова Р.Ф.

Научные руководители: к.т.н., доцент Сергиенко О.И.; к.х.н., доцент Юльметова Р.Ф.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

В работе проанализирована ситуация с переработкой основных видов твердых коммунальных отходов, таких как стекло, бумага и пластик, с получением вторичных материалов в России и за рубежом. Рассмотренные примеры хороших зарубежных практик приведены по материалам международного проекта «Экологическая ответственность и ресурсная эффективность компаний».

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, переработка, зарубежные страны.

Полигоны и несанкционированные свалки отходов в России занимают значительные площади, особенно на урбанизированных территориях. В 2015 г. в стране образовалось 5060,2 млн т отходов, из которых около 60 млн т составляли твердые коммунальные отходы (ТКО), и только 8% из них было переработано. Для сравнения в этом же году в Германии общий объем образования отходов составил 373 млн т, в том числе ТКО – 50 тыс. т, при этом переработано было 99% всех ТКО. В большинстве развитых европейских стран проблема отходов активно решается путем сортировки отходов, запуска перерабатывающих комплексов, внедрения новых технологий переработки отходов с реализацией принципа «нулевого размещения на свалке». В нашей стране пока функционирует лишь несколько небольших мусороперерабатывающих заводов, полигоны переполнены, и проблема ТКО требует незамедлительного решения [1].

В работе рассмотрены особенности обращения с отходами и их вторичной переработки в России и за рубежом на примере наиболее распространенных видов ТКО: бумага, стекло, отходы полимерной продукции.

Необходимо отметить, что большой объем образования отходов в РФ отчасти связан с утвержденными правовыми нормами по обращению с отходами, согласно которым минеральные отходы, образующиеся при добыче полезных ископаемых и проведении строительных работ, не оказывающие значительного негативного воздействия на окружающую среду, учитываются как отходы V класса опасности, т.е. как практически неопасные.

По оценкам в РФ на долю макулатуры приходится около 22% всех твердых бытовых отходов, образуемых в жилом секторе, и до 58% – в коммерческом секторе [2].

По данным Research Techart, в 2014 г. в России было собрано более 1,5 млн т бумажных отходов, уровень переработки составил 24,5%. Наибольший объем макулатуры собирается в городах европейской части России, в Московской и Ленинградской областях. Основную часть макулатуры (до 90%) потребляют предприятия по производству картона и бумаги, а также мягких кровельных материалов. Все они используют мокрую, наименее эффективную технологию производства [2].

В общемировом масштабе на долю макулатуры приходится 52,6% сырья, используемого в производстве бумаги и картона. Ведущими импортерами макулатуры являются Китай, Индонезия, Канада, Мексика, Тайланд, Тайвань. Показатели сбора макулатуры в США, Китае и развитых странах Европы превышают российские более чем в 10 раз. Причиной тому стала неразвитость системы сбора вторичного бумажного сырья, особенно у населения [2].

В Финляндии и Швеции переработанная макулатура применяется при изготовлении бумажных салфеток и полотенец, туалетной бумаги, газетной бумаги, упаковочной бумаги, картона, изоляционного материала – эковаты, кровельных материалов и других товаров народного потребления [3].

Отходы стекла или стеклобой составляют весомую долю в общем объеме ТКО, около 20%. По данным МГУП «Промотходы» только в Москве скапливается до 160 тыс. т стеклобоя в год, и возникает необходимость разработки технологий по использованию стекольных отходов.

Средний объем образования отходов из стеклотарной продукции – 1,09 млн т, если рассматривать только привозной стеклобой. Возвратный стеклобой перерабатывается сразу на предприятии и не оказывает существенного влияния на рынок. Объем образования

стеклобоя в настоящее время составляет 1,2 млн т в год, из которых перерабатывается около 35% [2]. Для сравнения в Европе перерабатывается более 80% отходов стекла.

Объемы повторного использования стеклобоя за последние 20 лет упали более чем на 45%.оборотная тара в советское время составляла 85%. Причиной падения потребления являются упадок системы приема бутылок, отсутствие системы получения вторсырья из ТКО, а также низкая цена стеклобоя – 2000 руб./т, что делает процесс сбора банок и бутылок финансово непривлекательным.

Рециклинг полимерных отходов, т.е. отходов производства и потребления полиэтилена, полипропилена, полиэтилентерефталата (ПЕТ), полистирола и поливинилхлорида (PVC) в России находится на низком уровне. Данную отрасль заслуженно считают одной из самых актуальных, так как отходов образуется много, и сам материал может перерабатываться многократно. Существует два вида технологий: рециклинг и сжигание. Как показывает анализ рынка, основная часть отработанного пластика сжигается с целью получения энергии.

Объем образования пластиковых отходов в России по итогам 2012 г. составил около 3 266,48 тыс. т, из которых около 400 тыс. т (12–13%) подвергаются рециклингу. В связи с тем, что на рынке растет спрос на определенные виды пластиков (полистирол и поливинилхлорид), количество отходов также будет расти. Так, к 2025 году объем образования полимерных отходов, по оценкам экспертов, должен вырасти до 7,2 млн т [2].

Существует несколько основных способов переработки пластика: пиролиз (деструкция под действием высоких температур) и гидролиз (разложение пластика при взаимодействии с водой под действием экстремального давления и температур). Весьма распространен такой способ получения пластикового вторичного сырья, как переработка пластика в гранулы. Оборудование отличается в зависимости от вида грануляции: для горячего или холодного гранулирования с применением жидкого азота для предотвращения повышения температуры сырья [4, 5].

Наиболее рентабельные продукты, которые пользуются высоким спросом у потребителей – флекс и гранулы. Флекс (пластиковые хлопья) может использоваться для получения химического волокна или пластиковых бутылок. Переработка пластика в гранулы может принести более высокие доходы предпринимателю, поскольку материал стоит дороже и пользуется спросом [5].

Подводя итог, можно сказать, что главные различия в переработке отходов в России и зарубежных странах заключается в отсутствии первоначальной сортировки отходов. Среди основных причин можно выделить: отсутствие законодательных стимулов к раздельному сбору ТКО и использованию вторичных ресурсов, а также минимальные тарифы на захоронение на полигонах. Вместе с тем в последние годы в связи с дефицитом полигонных мощностей и появлением изменений в законодательстве об отходах региональные и муниципальные администрации начинают внедрять системы раздельного сбора, ведется обширное строительство мусоросортировочных станций и мусороперерабатывающих заводов.

Литература

1. Ресурсоэффективность и утилизация отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bankwatch.org/ru/our-work/our-themes/resource-efficiency>, свобод.
2. Переработка отходов: экономика малого бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=2076, свобод.
3. ПЗП Вторсырье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.505-17-84.ru/tm.php>, свобод.
4. ООО «УралВторРесурс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://urvtor.ru/content/experience>, свобод.
5. Библиофонд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=819332#1>, свобод.

**Деменкова Анастасия Борисовна**

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии и техносферной безопасности, группа № А4105

Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасностьe-mail: nastya-demenkova@rambler.ru

УДК 502:662:696

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ОПАСНОСТИ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ
НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ****Деменкова А.Б.****Научный руководитель – д.т.н., профессор Конопелько Л.А.**

В работе выполнен анализ источников опасности при добыче нефти на Арктическом шельфе на морской ледостойкой стационарной платформе «Приразломная». Представлена классификация источников опасности. По результатам работы была выявлена главная опасность – сбой аппаратуры, найдены возможные причины появления и меры прогнозирования их.

Ключевые слова: источники опасности, добыча нефти, углеводороды, арктический шельф, МЛСП.

Новые месторождения углеводородного сырья на Арктическом шельфе России формирует направление развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России, определяет перспективы и требует создания усовершенствованной концепции эффективного, экологически безопасного и социально привлекательного недропользования [1, 2].

На морской ледостойкой стационарной платформе (МЛСП) «Приразломная» все операции контролируются с помощью компьютеров и персонала. На них оказывает воздействие проявление солнечной активности, что приводит к увеличению риска катастрофы.

Целью работы являлось выявление новых источников опасности при добыче нефти на арктическом шельфе.

В ходе работы решались следующие задачи:

- выполнить аналитический обзор литературы с целью исследования источников опасности при добыче углеводородов;
- оценить риски при добыче углеводородов;
- сформулировать рекомендации по улучшению системы слежения за источниками опасности.

Объектом работы являлась МЛСП «Приразломная».

Предметом работы были источники опасности при добыче нефти на российском Арктическом шельфе Печорского моря.

В ходе работы были выявлены следующие источники опасности:

1. при геолого-геофизических исследованиях:

- шум;
- ошибки человеческих ресурсов;
- сбой аппаратуры;

2. при бурении скважин:

- сбой аппаратуры;
- ошибки человеческих ресурсов;
- утилизация бурового раствора;
- утилизация пластовых вод;

3. при нефтедобыче:

- сбой аппаратуры;
 - ошибки человеческих ресурсов;
 - поломка оборудования;
4. при перекачке нефти на танкеры:
- сбой аппаратуры;
 - ошибки человеческих ресурсов;
 - поломка оборудования;
5. природные явления:
- шторма;
 - айсберги;
 - таяние льдов;
 - движение тектонических плит;
 - солнечная активность;
 - обрушение пустот [2, 3].

Как видно из классификации самыми вероятными источниками являются сбой аппаратуры и человеческие ошибки. В свою очередь, данные источники могут появляться вследствие солнечной активности.

По данным центра мониторинга гелиогеофизической обстановки над территорией Российской Федерации (ЦМГГФО РФ), находящемся под контролем Федеральной службы гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [4], на Солнце ежедневно происходят вспышки, способные привести к сбою аппаратуры и ошибкам людей. Вспышки классифицируются в соответствии с международной классификацией «NOAA Space Weather», по которой разделяют такие шкалы, как шкала силы геомагнитных бурь, шкала уровней солнечной радиации и шкала уровней нарушений радиосвязи.

По данным Национального управления океана и атмосферы, а также Росгидромета, геомагнитные бури уровня G1 шкалы геомагнитных бурь, приводят к появлению полярного сияния и ухудшению самочувствия у людей [4]. Что, в свою очередь, может привести к катастрофе при работе на нефтяной платформе. Бури такой силы происходят в среднем каждые 2,5 дня.

Нарушение навигации, потеря связи с судами, неточности в определении координат, сбои в работе оборудования появляются уже при уровне R1 шкалы нарушения радиосвязи [4]. Бури такой силы происходят в среднем каждые 2 дня.

Нарушение радиосвязи и навигации наблюдается при уровне S1 шкалы уровня солнечной радиации [4]. Бури такой силы происходят в среднем каждые 80 дней.

Данные проблемы могут привести к серьезным проблемам при отгрузке пластовых вод, бурильного раствора и нефти на танкеры.

Влияние вспышек на Солнце особенно заметно в зимние месяцы. Это обусловлено фазой земной орбиты вокруг Солнца, а также углом наклона оси земного шара относительно Солнца.

В ходе работы было выявлено 5 основных видов источников опасности при добыче нефти. Рассчитана частота влияния солнечных вспышек на территорию российского Арктического шельфа. Рекомендовано вести метеорологические наблюдения на станциях добычи нефти.

Литература

1. Завьялов Д.А. Оценка рисков разработки месторождений углеводородов // Молодой ученый. – 2015. – № 15. – С. 339–342.
2. Иламанов И.А., Мавляров А.А., Голдырев А.В., Султангулова З.С. Добыча углеводородного сырья на российском и арктическом континентальном шельфе и

связанные с этим риски // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – № 12-1(31). – С. 57–59.

3. Лисанов М.В., Сумской С.И., Савина А.В., Самусева Е.А. Аварийность на морских нефтегазовых объектах // Oil&Gas Journal Russia. – 2010. – № 5(39). – С. 20–25.
4. Центр мониторинга гелиогеофизической обстановки над территорией Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://space-weather.ru/>, своб.



Денисенкова Анастасия Дмитриевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4130

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

e-mail: a.denisenkova@bk.ru



Ульянов Николай Борисович

Год рождения: 1954

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: nbulianov@corp.ifmo.ru

УДК 504.064

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПАРФЮМЕРНО-КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РОССИИ

Денисенкова А.Д., Ульянов Н.Б.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ульянов Н.Б.

В работе рассмотрена парфюмерно-косметическая промышленность как фактор загрязнения природных вод. Представлены общие сведения о парфюмерно-косметическом рынке в России, выявлены основные загрязнители атмосферы и гидросферы, формирующиеся в процессе производства, сделан вывод и степени влияние данной отрасли на окружающую среду.

Ключевые слова: парфюмерно-косметическая промышленность, загрязнение атмосферы, загрязнение гидросферы, сточные воды, загрязнение окружающей среды.

На данный момент парфюмерно-косметический рынок является одним из самых перспективных для развития в России. Это связано, прежде всего, с повышением благосостояния населения, его численностью и преобладающим количеством женщин в демографической структуре общества. По оценкам экспертов, российский рынок косметики и парфюмерии в 2015 году составил почти 500 млрд руб., 70% из которых занимал импорт. По данным базы СПАРК, совокупная выручка российских производителей в 2013 году составила почти 78 млрд руб., петербургских – более 14 млрд руб. Что касается производства косметики в России, то, по данным InterCharm, 75% произведенной продукции – это российские бренды, а 25% – иностранные фирмы, имеющие производство в РФ. Топ-10 компаний-производителей на отечественном рынке представлены – L’Oreal, Avon, «Калина», «Невская Косметика», Arnest, Faberlic, «Мезопласт», «Свобода», «Юникосметик» и «Весна» [1].

Как и любая промышленность, парфюмерно-косметическая отрасль является источником воздействия на окружающую среду.

Например, парфюмерные жидкости представляют собой спиртовые или спиртоводные растворы смесей душистых веществ и настоев с приятным запахом. Сырьем для получения парфюмерно-косметических изделий в основном являются горючие и легковоспламеняющиеся жидкости. Основными вредными выделениями на предприятиях являются пары, газы, теплота, а также пыль [2].

Выделение паров и газов происходит в цехах (отделениях) реакционных (ацетилен, водород). Выделение паров, газов совместно с теплотой – в цехах (отделениях) вакуум-ректификационных, вакуум-насосных, экстракционных и эфирного масла, приготовления композиций, парфюмерных жидкостей и расфасовочных (пары спирта), производства алюминиевых туб. Пыль и пары выделяются в подготовительных отделениях производства эфирного масла и синтетических ароматических веществ. Теплота и влага выделяются в моечных отделениях. Теплота выделяется в цехах (отделениях) варочных и фасовки косметики. Пылевыведения происходят в цехах (отделениях) картонажных, подготовительных и расфасовки сыпучей косметики.

Газы и аэрозоли, образовавшиеся в процессах производств, выбрасываются в атмосферу без очистки. Исключением является толуол, который улавливается абсорбционным методом. В качестве сорбента используется полупродукт основного производства. Эффективность очистки этого метода 88–90%. Различные виды пыли задерживаются с помощью циклонов и рукавных фильтров, эффективность улавливания которые 80–95%. Некоторые виды пыли (пудры, зубного порошка и т.п.) возвращаются в производство.

К вредным веществам, которые могут попадать в окружающую среду при не эффективной работе воздухоочистительных установок, относятся, например, этиловый спирт (класс 1), формалин (класс 2), оксид цинка (класс 3), изоамилацетат (класс 4) и т.д. [3, 4].

Основными компонентами сточных вод предприятий косметической промышленности является сырье, применяемое для изготовления косметической продукции, а также добавочные вещества, необходимые для технологического процесса (катализаторы, стабилизаторы и др.).

Главными сырьевыми компонентами являются: вода; жировые вещества и масла; структурообразующие вещества (воски растительного и животного происхождения, синтетические эфиры и др.); биологически активные вещества (ферменты, гормоны, белки); поверхностно-активные вещества; эмульгаторы; спирты; кислоты; настои лекарственных трав и растений; специальные добавки (консерванты, антиоксиданты, дезодоранты); парфюмерные композиции.

В целом стоит отметить, что в состав сырья для производства входят вещества преимущественно органического происхождения, красители и поверхностно-активные вещества (ПАВ). А с учетом основных технологических процессов, для стоков косметического производства характерны высокие значения химического потребления кислорода (ХПК) и биохимического потребления кислорода (БПК), повышенные концентрации ПАВ, трудно разлагаемые органические вещества, пигменты, ферменты [2].

Все это осложняет очистку сточных вод для данных предприятий. В основном стоки представляют собой сметанообразную массу. При механической очистке вода освобождается от твердых жиров и крупнодисперсных веществ, после физико-химической – мелкодисперсных веществ и некоторого количества органических соединений, при этом в стоках появляются химические реагенты, коагулянты и флокулянты, которые необходимы для осаждения эмульгаторов и стабилизаторов.

Перед биологической очисткой в сток добавляются пеногасители, чтобы при механическом воздействии не образовывался пенный слой. После вода поступает в аноксидную зону с элементами аэрации, где происходит процесс денитрификации.

Остаточные концентрации взвешенных веществ после биологической очистки воды могут быть удалены с помощью фильтров, затем воду обеззараживают (озонированием, УФ-излучением). От последней стадии во многом будет зависеть, что попадет в водоем. При недостаточной биологической очистке, или при использовании менее мощных флокуляторов или электрокоагуляторов, в воде будут проследиваться большие количества красителей, ферментов и ПАВ.

Присутствие в водоемах ПАВ изменяет химический состав природных вод и естественный ход протекающих в них химических и биохимических процессов, угнетающе действует на биоценозы водной среды, у рыб синтетические ПАВ вызывают жаберное кровотечение и удушье, у теплокровных животных – нарушения химических процессов в клеточных мембранах, вызывает гибель многих гидробионтов. Так, смертельная концентрация ПАВ для многих рыб составляет 3–5 мг/л, для планктона – около 1 мг/л. При содержании в воде 120 мг/л детергентов анионного или 71 мг/л катионного типа резко замедляется рост водорослей. При этом нельзя не учитывать возможный эффект совместного действия ПАВ и других токсикантов, поступающих в природные воды. Присутствие в воде и на побережьях большого количества ПАВ снижает эстетическую ценность водных объектов и возможность их использования для целей рекреации. К тому же фосфорсодержащие детергенты способствуют развитию процесса эвтрофикации водоемов.

ПАВ парализует деятельность микроорганизмов, разрушающих органические вещества, при этом они плохо поддаются биохимическому разложению в водоемах: за три недели содержание синтетических ПАВ снижается на 20–50%, затем их разложение идет еще более медленными темпами и через 6 месяцев в воде еще остается 20–45% от исходного количества [5].

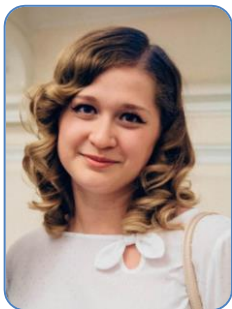
Не менее опасным фактором для окружающей среды является использование различных микроорганизмов, а также компонентов, которые их угнетают. Как и при попадании чужеродных микроорганизмов в природные среды, так и при поступлении антимикробных препаратов нарушаются естественные процессы в экосистемах, которые не поддаются реальной количественной и качественной оценке.

Таким образом, парфюмерно-косметическая промышленность является серьезным источником воздействия на окружающую среду. Наибольшее влияние она оказывает на атмосферу и гидросферу. В связи с ростом количества предприятий данной отрасли на территории России, а также использованием выпускаемой ими продукции, необходим более тщательный анализ воздействия данной отрасли на природные экосистемы.

Литература

1. Глобальный рынок косметики-2014: результаты, динамика, прогнозы и бренды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cosmetology-info.ru/5618/news-Globalnyy-rynok-kosmetiki--2014-rezultaty--dinamika--prognozy-i-brendy/>, своб.
2. Каспаров Г.Н. Основы производства парфюмерии и косметики. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 287 с.
3. Штокман Е.А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности. – М.: АСВ, 2001. – 78 с.
4. Беляева Л.И., Маленкина Л.О., Панченко В.В., Шипилова С.А. Сборник удельных показателей выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от предприятий перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса. – Курск: РОСГИПРОСАХАГРОПРОМ, 1990. – 80 с.

5. Лозановская И.Н. Экологическая охрана биосферы при химическом загрязнении. – М: Высшая школа, 1998. – 287 с.



Добрынина Василиса Константиновна

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: vasilisa26.04@gmail.com



Динкелакер Наталья Владимировна

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
ст. преподаватель
e-mail: nvdinkelaker@mail.ru

УДК 630:181.351

МЕХАНИЗМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СОХРАНЕНИЯ БИОРЕСУРСОВ ПРИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИИ В НЕНАРУШЕННЫХ ЛЕСНЫХ МАССИВАХ

Добрынина В.К., Динкелакер Н.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сергиенко О.И.

В работе рассмотрены механизмы, с помощью которых можно повлиять на сохранение биоразнообразия в ненарушенных лесах при воздействии на них человека.

Ключевые слова: биоразнообразие, ненарушенный лесной массив, девственный лес, устойчивое развитие, лесопользование, биоразнообразие, экосистемные услуги.

Анализ понятия «ненарушенный лесной массив», выполненный на основе нескольких толкований определений «девственный лес», «естественный малонарушенный лес», позволяет считать, что в качестве общих положений, объединяющих все вышеперечисленные понятия, могут быть приняты следующие: отсутствие воздействия человека на лесной массив; частичное воздействие на лесной массив природных катаклизмов (пожар, наводнение); наличие в структуре леса девственных насаждений [1, 2].

Устойчивое развитие страны, 45% площади которой занимают леса, зависит от устойчивого управления лесными массивами, а значит, прежде всего, сохранения биоресурсов при лесопользовании. Лесопользование в ненарушенных лесных массивах представляет наибольшую опасность для экосистем и экосистемных услуг данных лесов. Согласно условиям Лесного попечительского совета (Forest Stewardship Council), любая организация, официально занимающаяся лесопользованием, обязана осуществлять рубки по существующим правилам сохранения биоресурсов. Однако особенность ненарушенных лесных массивов заключается в том, что постепенно они становятся объектом внимания и активной деятельности природопользователей, поэтому нуждаются в законодательной защите. Экосистема малонарушенного

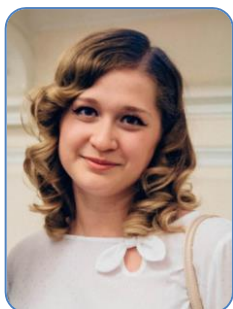
девственного леса является ценностью в экономическом плане, поэтому стоимость леса стоит оценивать исходя из полной оценки экосистемных услуг, им предоставляемых. Экономисты выделяют несколько типов оценки экосистем. Две главные категории здесь – это стоимость использования экосистем и стоимость неиспользования. Стоимость использования основана на действительном и фактическом использовании ресурсов (например, лесозаготовка), в то время как стоимость неиспользования не связана непосредственно с использованием благ или даже с возможностью использования экосистемы и ее услуг [3–5].

Ниже представлены несколько методов сохранения биоресурсов при лесопользовании в малонарушенных лесах.

1. Реализация устойчивых стратегий управления лесопользованием. Для реализации стратегии управления, необходимо рассмотреть вопрос биологического разнообразия местности и устойчивого развития региона. Используя современные системы мониторинга, необходимо разработать программу устойчивого управления природными ресурсами.
2. Ужесточение законодательства в сфере лесопользования. Введение системы штрафов и других административных наказаний может способствовать сохранению экосистем. Система должна предполагать возможность полного восстановления части экосистемы за счет выплаченного штрафа.
3. Экологическое взаимодействие. Государственные решения об использовании или неиспользовании зачастую принимаются только на основе отчетов об экономической выгоде мероприятия. Взаимодействие с негосударственными фондами и организациями, специализирующимися на экомониторинге и защите окружающей среды, может быть не только экологически полезно, но и экономически выгодно (снижение затрат на проведение экспертиз и т.д.). Взаимодействие с местными жителями может помочь не только в принятии важных решений об использовании лесного фонда, но и в сохранении лесов (организация патрулей и дружин).

Литература

1. Пахучий В.В. Девственные леса Северного Приуралья. – СПб.: Наука, 1999. – 137 с.
2. Ивашкевич Б.А. Девственный лес, особенности его строения и развития (По наблюдениям в Дальневосточном крае) // Лесн. хоз-во и лесн. пром-сть. – 1929. – № 10(73). – С. 36–44; № 11(74). – С. 40–47; № 12(75). – С. 41–46.
3. Оценка экосистемных услуг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecosystemvaluation.org/>, своб.
4. Peter A. Victor. Managing without Growth. Slower by Design, not Disaster. – UK: Edward Elgar Publishing Limited, 2008. – 260 p.
5. Jackson T. Prosperity Without Growth [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ipu.org/splz-e/unga13/prosperity.pdf>, своб.



Добрынина Василиса Константиновна

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: vasilisa26.04@gmail.com



Павлова Анастасия Сергеевна

Год рождения: 1987

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.э.н., ст. преподаватель
e-mail: nastya.s.pavlova@gmail.com

УДК 504.06

**УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ
И ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ КОМПАНИИ
(НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ «КОКА-КОЛА»)**

Добрынина В.К., Павлова А.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сергиенко О.И.

Работа выполнена в рамках международного проекта «Экологическая ответственность и ресурсная эффективность компаний – ERREC 2016».

Рассмотрены тенденции устойчивого развития пищевого сектора в цепочке поставок и предложены рекомендации по повышению эффективности использования ресурсов в компании «Кока-Кола», выявленные в пяти ключевых областях производственной деятельности. Рассматривается роль менеджмента компании в трансформации линейной бизнес-модели в более устойчивую, циркулярную.

Ключевые слова: устойчивое развитие, ресурсоэффективность, производство, экологическая ответственность, использование ресурсов, экологические показатели.

Под циркулярной бизнес-моделью понимается такая модель развития, которая характеризуется минимизацией потребления энергии, первичного сырья и материалов, снижением отходов и брака продукции, прослеживаемыми и цепочками поставок, и замкнутыми потоками материально-энергетических ресурсов. Компания «Кока-Кола» является одним из крупных игроков на рынке безалкогольных напитков и питьевой бутилированной воды в России, и у компании существует ряд обязательств в области устойчивого развития, охраны труда и связей с общественностью. В рамках проекта «ERREC 2016» основное внимание было уделено именно устойчивому развитию компании, поскольку устойчивое развитие включает в себя не только умеренное и «умное» потребление и развитие экологического сознания людей, но и использование «зеленых» материалов, экономию ресурсов. В частности, были рассмотрены возможности для повышения показателей ресурсоэффективности в пяти ключевых областях: в процессах производства, потребления, выбора сырья и материалов, разработки конечного продукта и при работе с персоналом.

Процесс производства кока-колы включает в себя забор воды и водоподготовку, производство сахарного сиропа, производство CO₂, производство упаковки, контроль качества, логистику и т.д. Каждый из этих этапов наносит потенциальный вред окружающей среде.

Производство кока-колы связано со значительным расходом энергии, который необходимо сократить. Для сокращения потребления электроэнергии, одного из наиболее важных ресурсов компании, были предложены следующие варианты.

Первый вариант – разработка эффективной системы управления энергетическими ресурсами. Менеджеры компании должны создать карту процессов для каждого этапа производства и определить затраты энергии на каждом этапе. На первом этапе модернизации карта укажет на недостатки существующей системы, в том числе и наличие поломок оборудования, которые могут привести к потреблению большего количества электричества. В

дальнейшем контроль технической исправности оборудования должен носить превентивный характер и осуществляться с помощью технологий производственного «Интернета вещей».

«Кока-Кола», как огромная компания с большим авторитетом, может приложить усилия в маркетинговом плане и представить плюсы использования альтернативной энергии в стране. С технологической и экономической точки зрения, альтернативная энергетика является реальным прорывом, но для ее использования необходимы серьезные изменения нынешней действительности. «Кока-Кола» может стать одним из крупнейших инвесторов в этом новом для России рынке [1, 2].

В качестве обязательных краткосрочных мер компания может сократить текущее потребление энергии в офисных и административных помещениях. Работники должны знать базовые принципы экономии электроэнергии на рабочем месте: использование энергосберегающих ламп, использование регуляторов и автоматического отключения освещения, максимальное использование естественного освещения и т.д.

Один из важных этапов производства кока-колы является транспортная логистика, благодаря которой продукция поступает в магазины. Компания обучает своих сотрудников экономичной технике вождения, чтобы сократить количество токсичных выбросов от автотранспорта. В перспективе рассматривается полная замена автопарка на машины, работающие на биотопливе, сжиженном природном газе, оборудованными системами каталитического дожигания выхлопных газов, дизель-электрических двигателях, что существенно сократит ущерб, наносимый окружающей среде транспортом. Возможен переход на использование компоста или альтернативных источников энергии в качестве энергетического ресурса.

Оптимизация процессов потребления продукции ведет к уменьшению выброса диоксидов углерода в атмосферу, сбережению ресурсов и, как результат, к лучшим показателям экологической эффективности компании.

Бутылки, в которые разливается напиток, сделаны из перерабатываемых материалов: ПЭТ, алюминий, сталь и стекло, поэтому снизить вред, наносимый окружающей среде, возможно за счет увеличения доли переработанного материала. Например, использование вторичного алюминия позволяет сохранить до 95% энергии, необходимой для первичного производства, и сократить количество выбросов в процессе покраски сырья. Из-за отсутствия отдельного сбора отходов компания перерабатывает и использует повторно для выпуска тары не более 60% отходов упаковки. Несмотря на это, на самом производстве уже давно внедрена система отдельного сбора. Начиная с 2002 г., «Кока-Кола» занимается отдельным сбором, и уже к 2008 г. 73% отходов завода перерабатывалась. В дальнейшем компания может следить за общим количеством отходов от предприятия и офисов и пытаться снизить их количество [3].

Еще одна особенность компании – гарантия того, что продукт будет доставлен и подан в ресторанах и кафе холодным. Для этого необходимо холодильное оборудование, которое с одной стороны должно быть энергоэффективным, а с другой – более «зеленым». В связи с этим «Кока-Кола» не использует холодильники с опасным для окружающей среды веществом гидрофторуглеродом [4].

Для улучшения показателей ресурсоэффективности «Кока-Кола» может кооперировать с другими предприятиями, в результате деятельности которых вырабатывается, например, диоксид углерода.

Компания «Кока-Кола» добилась высоких показателей ресурсоэффективности в процессе производства упаковки. Компания снизила количество пластика, используемого для изготовления бутылки, на одну треть по сравнению с 1994 г. Дальнейшее уменьшение количества материала может существенно снизить качество упаковки, поэтому пока невозможно. «Кока-Кола» сегодня способна заставить людей поверить, что отдельный сбор мусора и его последующая переработка – это важная и неотложная задача, которая поможет улучшить экологическую ситуацию в стране. Для этого необходима работа менеджеров по

просвещению населения, чтение публичных лекций, проведение семинаров, проведение рекламных акций и др. мероприятий [5].

На данный момент удельный расход воды на литр напитка составляет 2,2 л. Учитывая тот объем производства напитка, который выпускается сегодня в России, даже самые незначительные изменения могут привести к существенному улучшению результатов. Менеджеры компании могут составить карту процессов, с указанием расхода воды и снижать его там, где это возможно [4].

Вопрос об упаковочных материалах также очень важен для компании. На данном этапе можно снизить количество пластиковой пленки, используемой для упаковки продукта.

Конечным продуктом компании «Кока-Кола» является бутылка кока-кола, спрайта, фанты или бонаква. Необходимо рассмотреть возможность изготовления бутылок из местных материалов и ресурсов.

Что касается переработки пластика, «Кока-Кола» также может повлиять на умы граждан России и призвать к осознанному потреблению, организовав отдельный сбор в крупных торговых и торгово-развлекательных центрах города.

Главный потенциальный вклад «Кока-Кола» в повышении сознательности социума – воспитание культуры устойчивого развития у работников и менеджеров компании.

Компания «Кока-Кола» сегодня входит в лидеры чистого производства в России и в своей экологической политике следует международным стандартам и нормам и делает больше, чем другие российские компании для улучшения экологической ситуации в стране. Большинство рекомендаций может потребовать расширения законодательных рамок и значительных инвестиций. Однако создание хорошей практики в области ресурсосбережения и устойчивого развития, и воспитание экологически ответственного отношения работников представляют собой те области, которые способствуют трансформации линейной бизнес-модели в более устойчивую, циркулярную, и на развитие которых компания, конечно, может повлиять.

Литература

1. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. – 3rd Ed. – New York: United Nations publ., 2007. – 93 p.
2. The Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%201522/volume-1522-I-26369-English.pdf>, своб.
3. Maréchal L., Lesage B., Huntz A.M., Molins R. Oxidation Behavior of ODS Fe-Cr-Al Alloys: Aluminum Depletion and Lifetime // Oxidation of Metals. – 2003. – V. 60. – № 1-2. – P. 1–28.
4. Amienyo D., Gujba H., Stichnothe H. and Azapagic A. Life cycle environmental impacts of carbonated soft drinks // The International Journal of Life Cycle Assessment. – 2013. – V. 18. – № 1. – P. 77–92.
5. Pasqualino J., Meneses M. and Castells F. The carbon footprint and energy consumption of beverage packaging selection and disposal // Journal of Food Engineering. – 2011. – V. 103. – № 4. – P. 357–365.



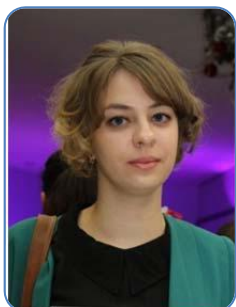
Дудина Анна Алексеевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, группа № T4240

Направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: dudina_ann@mail.ru

**Бучилина Алина Сергеевна**

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, группа № Т4140

Направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: alina.buchilina@yandex.ru

**Гунькова Полина Исаевна**

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, к.т.н., доцент

e-mail: polinagunkova@mail.ru

УДК 637.12

**ВЛИЯНИЕ ЧИСЛА СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК И МИКРОБНОЙ
ОБСЕМЕНЕННОСТИ МОЛОКА-СЫРЬЯ НА РОСТ ЗАКВАСОЧНЫХ КУЛЬТУР****Дудина А.А., Бучилина А.С., Гунькова П.И.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Гунькова П.И.**

В работе представлены результаты исследования влияния качества молока-сырья для производства кисломолочных напитков на активность заквасочных культур. Показано влияние числа соматических клеток и микробной обсемененности молока на развитие в нем заквасочных культур.

Ключевые слова: качество молока, соматические клетки, микробная обсемененность молока, молочнокислые бактерии, активность заквасочных культур.

Активность бактерий, входящих в состав заквасочных культур, является одним из важнейших факторов, определяющих качество и пищевую ценность кисломолочных напитков. В состав заквасок для кисломолочных напитков входят множественные штаммы чистых культур термофильного молочнокислого стрептококка и болгарской палочки. В некоторых случаях также используют ацидофильную палочку и бифидобактерии [1]. Для развития этих бактерий требуется наличие в молоке нужного им количества свободных неароматических аминокислот; пептидов, содержащих лизин, гистидин, метионин, глутаминовую кислоту; водорастворимых витаминов; азотистых оснований; магния и других минеральных элементов [2]. Присутствие в молоке повышенного количества соматических клеток, посторонних микробов, ингибирующих веществ, антибиотиков и др. значительно тормозит скорость роста заквасочных культур. Таким образом, жизнедеятельность заквасочных культур во многом обусловлена составом и свойствами молока-сырья, определяемыми различными зоотехническими факторами [2–4].

Цель представляемого исследования состояла в изучении влияния числа соматических клеток и микробной обсемененности коровьего сырого молока хозяйств Ленинградской области на рост заквасочных культур для популярных у населения кисломолочных напитков.

Объектами исследований служили: молоко двух хозяйств Ленинградской области с различными качественными показателями; заквасочные культуры CHN-19, YO-MIX 205, SNOOZIT TA.

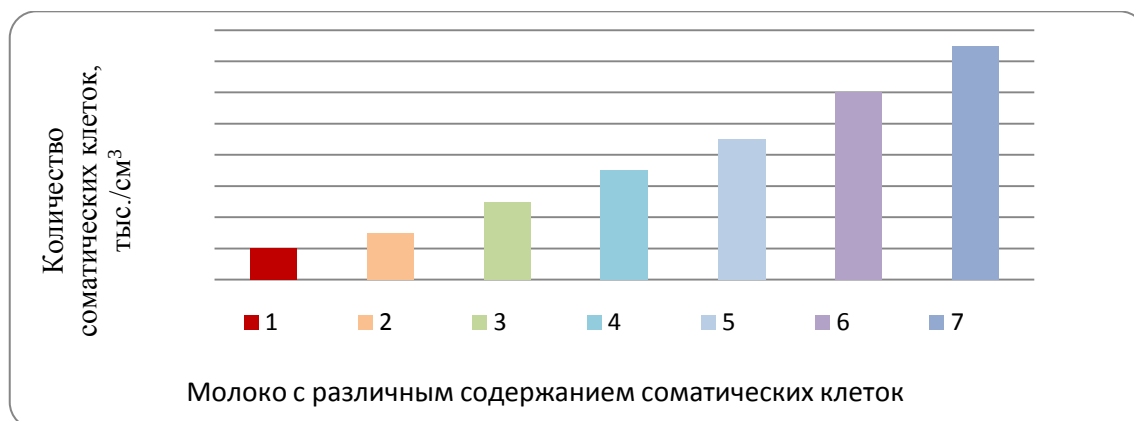


Рис. 1. Содержание соматических клеток в молоке

Исследования проводили в весенне-летний период 2016 года. В зависимости от содержания соматических клеток и микробной обсемененности, отобранное в хозяйствах для исследований молоко разделили на семь групп. Число соматических клеток в молоке различных групп показано на рис. 1.

Содержание микроорганизмов в сыром молоке определяли согласно ГОСТ 32901–2014 Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа. Состав молока контролировали с помощью прибора MilkoScan Minor. Количество соматических клеток определяли вискозиметрическим методом на приборе Соматос-В. Количество в сквашенном молоке молочнокислых бактерий определяли методом предельных разведений. Содержание бифидобактерий определяли путем посева разведений на гидролизатно-молочную среду с неомицином. Кислотность измеряли титриметрическим методом; плотность – с применением ареометра. Наличие ингибирующих веществ контролировали путем проведения пробы с индикатором метиленовым голубым, присутствие антибиотиков (β -лактама, левомицетина, стрептомицина, тетрациклина) – методом 4-сенсор.

Количество микроорганизмов в молоке различных групп представлено в табл. 1.

Таблица 1. Содержание микроорганизмов в молоке

Показатель, КОЕ/см ³ *	Группа молока						
	1	2	3	4	5	6	7
КМАФАнМ ¹	$1,2 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^6$	$1,9 \cdot 10^8$	$2,1 \cdot 10^9$	$2,4 \cdot 10^9$	$6,0 \cdot 10^{10}$
БГКП ²	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-5}	Менее 10^{-6}	Менее 10^{-6}
КПАФАнМ ³	2	3	2	6	5	7	6
КТАФАнМ ⁴	1	1	3	6	4	7	6
Дрожжи	Нет	Нет	Нет	2	6	11	18

*Для БГКП – титр, см³; ¹ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов; ² – бактерии группы кишечных палочек; ³ – количество психротрофных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов; ⁴ – количество термофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.

Данные табл. 1 свидетельствуют об увеличении общей микробной обсемененности молока при повышении в нем числа соматических клеток.

Результаты исследования зависимости времени сквашивания молока от содержания в нем соматических клеток представлены на рис. 2.

Анализ гистограммы, представленной на рис. 2, показывает значительное увеличение продолжительности сквашивания молока при повышении числа соматических клеток более чем 300 тыс./см³.

Количество молочнокислых и бифидобактерий в сквашенном молоке представлено в табл. 2.

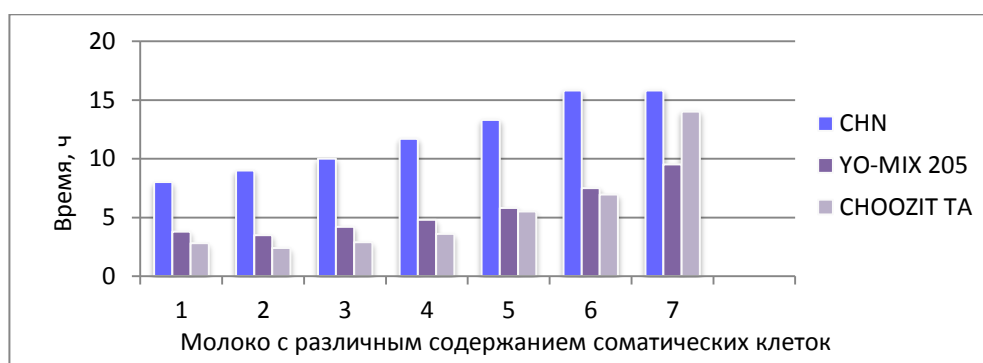


Рис. 2. Зависимость продолжительности сквашивания молока от содержания в нем соматических клеток

Таблица 2. Количество микроорганизмов в сквашенном молоке

Группа молока	Заквасочная культура				
	CHN19		YO-MIX205		CHOOZITTA
	Количество, КОЕ/см ³				
	Молочнокислых мезофильных стрептококков	Молочнокислых термофильных стрептококков	Молочнокислых палочек	Бифидо-бактерий	Молочнокислых термофильных стрептококков
1	1,1·10 ¹⁰	1,3·10 ¹⁰	2,1·10 ¹⁰	1·10 ¹⁰	1,1·10 ¹⁰
2	1,5·10 ¹⁰	1,3·10 ¹⁰	2,5·10 ¹⁰	1,2·10 ¹⁰	1,7·10 ¹⁰
3	1,1·10 ¹⁰	1,5·10 ¹⁰	8,3·10 ⁸	1,2·10 ⁸	1,5·10 ¹⁰
4	6,2·10 ⁹	7,2·10 ⁸	1,4·10 ⁸	1,4·10 ⁸	4,9·10 ⁸
5	1,6·10 ⁹	3,1·10 ⁸	4,5·10 ⁷	4,6·10 ⁷	1,9·10 ⁸
6	3,8·10 ⁸	7,4·10 ⁶	5,8·10 ⁶	6,1·10 ⁶	9,2·10 ⁵
7	1,1·10 ⁶	1,9·10 ⁴	9,1·10 ⁴	3,4·10 ⁵	1,7·10 ⁴

Результаты исследований показали, что:

1. число соматических клеток и микробная обсемененность молока-сырья оказывают высокое влияние на активность молочнокислых бактерий;
2. при повышении числа соматических клеток выше значения 300 тыс./см³ в молоке снижается скорость роста молочнокислых палочек и бифидобактерий, а при значении выше 500 тыс./см³ наблюдается постоянное резкое возрастание продолжительности сквашивания молока;
3. для проявления максимальной активности заквасочных культур для производства кисломолочных продуктов целесообразно использовать молоко с количеством соматических клеток 300 тыс./см³ и ниже.

Литература

1. Дудина А.А. Влияние состава и свойств молока на развитие в нем йогуртовых заквасочных культур // Сб. тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://openbooks.ifmo.ru/ru/file/3774/3774.pdf>, своб.
2. Красникова Л.В. Микробиология: учеб. пособие. – СПб.: Троицкий мост, 2012. – 296 с.
3. Гунькова П.И., Горбатова К.К. Биотехнологические свойства белков молока. – СПб.: ГИОРД, 2015. – 216 с.
4. Гунькова П.И., Павлов М.С., Скопичев В.Г. Взаимосвязь между микробной обсемененностью, составом коровьего молока, выходом и качеством получаемых из него белковых продуктов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2015. – № 3. – С. 128–132.



Дутбайева Дана Муратбековна

Год рождения: 1994

Физико-технический факультет, кафедра нанوفотоники и метаматериалов, группа № V4147

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: dreamy_dana@mail.ru



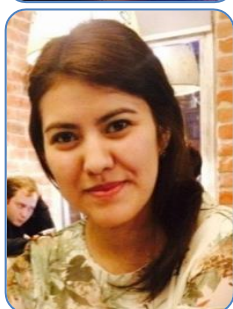
Кыздарбекова Айдана Садвакасовна

Год рождения: 1992

Физико-технический факультет, кафедра нанوفотоники и метаматериалов, группа № V4147

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: dok_k-shu@mail.ru



Касымбекова Куралай Байтемирқызы

Год рождения: 1995

Физико-технический факультет, кафедра нанوفотоники и метаматериалов, группа № V4147

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: kura.95_kz@mail.ru



Евстрапов Анатолий Александрович

Год рождения: 1957

Физико-технический факультет, кафедра нанوفотоники и метаматериалов, д.т.н., профессор

e-mail: an_evs@mail.ru



Посмитная Яна Станиславовна

Год рождения: 1990

Физико-технический факультет, кафедра нанوفотоники и метаматериалов, ассистент

e-mail: arabica_sampo@bk.ru

УДК 57.088; 572.2

ПОЛИМЕРАЗНАЯ ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ. РЕАЛИЗАЦИЯ НА МИКРОФЛЮИДНОМ ЧИПЕ

Дутбайева Д.М., Кыздарбекова А.С., Касымбекова К.Б.

Научные руководители: д.т.н., профессор Евстрапов А.А.; ассистент Посмитная Я.С.

В работе рассмотрены современные методы молекулярной биологии, основанные на применении полимеразной цепной реакции и ее реализация на микрофлюидном чипе.

Ключевые слова: полимеразная цепная реакция, цифровая ПЦР, количественная ПЦР, микрочиповые устройства.

Введение. Полимеразная цепная реакция (ПЦР, PCR, polymerase chain reaction) – экспериментальный метод молекулярной биологии, позволяющий значительно увеличить исходно малые концентрации определенных фрагментов нуклеиновой кислоты (ДНК/РНК) в биологическом материале (пробе) [1].

Метод ПЦР широко применяется в диагностике инфекционных заболеваний, возбудителей которых сложно выявить традиционными методами анализа. Так, многие заболевания, передающиеся половым путем (ЗППП) на ранних стадиях протекают бессимптомно; а с помощью ПЦР можно обнаружить минимальное количество возбудителя в исследуемом материале. Метод ПЦР позволяет обнаружить единственную копию чужеродной ДНК в образце [2].

Современные методы ПЦР. Развитие технологий ПЦР привело к появлению следующих методов [3]:

- количественная ПЦР (Quantitative PCR, Q-PCR) или ПЦР в реальном времени) – используется для непосредственного наблюдения (и регистрации) за изменением количества конкретного ПЦР продукта на каждом цикле реакции. В этом методе используют флуоресцентно-меченые праймеры или ДНК-зонды для точного измерения количества продукта реакции по мере его накопления; или используют флуоресцентные интеркалирующие красители, например, Sybr Green I или SYTO 13, которые связываются с двухцепочечной ДНК. Sybr Green I обеспечивает простой и экономичный вариант для детекции и количественного определения ПЦР-продуктов в режиме реального времени без необходимости использования специфичных флуоресцентных зондов или праймеров. В ходе амплификации краситель Sybr Green I встраивается в ДНК ПЦР продуктов и испускает более сильный по сравнению с несвязанным красителем флуоресцентный сигнал при облучении синим лазером. Sybr Green I совместим со всеми известными на сегодняшний день приборами для проведения ПЦР в режиме реального времени. Максимум поглощения для Sybr Green I находится при длине волны 494 нм. Максимум испускания для Sybr Green I на длине волны 521 нм;
- метод молекулярных колоний (ПЦР в геле, англ. Colony – PCR Colony) – метод, основанный на амплификации нуклеиновой кислоты в акриламидном геле. В геле могут содержаться все компоненты ПЦР. Амплификация осуществляется на границе раздела гель – защитная пластина и приводит к образованию в локальных точках, где произошла фиксация молекулы-мишени, множества ее копий. Эти локальные участки могут быть зарегистрированы с помощью сканеров. Число участков соответствует числу молекул ДНК в пробе;
- RAPD (Random Amplification of Polymorphic, DNA), ПЦР со случайной амплификацией полиморфной ДНК – используется тогда, когда нужно различить близкие по генетической последовательности организмы, например, разные сорта культурных растений, породы собак или близкородственные микроорганизмы. В этом методе обычно используют один праймер небольшого размера (около 10 п.н.). Этот праймер частично комплементарен случайным участкам ДНК исследуемых организмов. Подбирая условия (длину праймера, его состав, температуру и пр.), удается добиться удовлетворительного отличия картины ПЦР для двух организмов;
- Виртуальная ПЦР (in silico PCR, цифровая ПЦР, электронная ПЦР, e-ПЦР) – математический метод компьютерного анализа теоретической полимеразной цепной реакции с использованием списка последовательностей праймеров (или ДНК-зондов) для предсказания потенциальной амплификации ДНК исследуемого генома, хромосомы, кольцевой ДНК или любого другого участка ДНК.

Достоинства и недостатки ПЦР. К преимуществам ПЦР следует отнести [4]:

- для анализа методом ПЦР пригоден любой биологический материал;
- специфичность ПЦР близка к 100% (при правильном выполнении ПЦР ложноположительный результат практически невозможен);
- высокая чувствительность (теоретически ПЦР позволяет выявить от нескольких копий одного возбудителя в образце);
- одновременно можно выявить несколько возбудителей в одном образце;
- оценка динамики изменения численности возбудителя заболевания позволяет оценить эффективность проводимой терапии;
- процесс может быть полностью автоматизирован, результат анализа можно получить через несколько часов после начала исследования.

Недостатки метода ПЦР:

- к появлению ложноположительных результатов может привести перекрестная контаминация проб (загрязнение исходного материала во время проведения процесса). Происходит это во время раскапывания реакционной смеси, обработки клинических образцов. Для минимизации контаминации используют модифицированные варианты ПЦР. Так, при проведении «гнездного» метода используются две пары праймеров – внутренняя и внешняя. После того как использована первая пара праймеров (внешняя), продукт амплификации переносят в пробирку с другой парой праймеров (внутренней). Иногда используют процесс реамплификации вместо «гнездного» – проводят дополнительный цикл амплификации, в котором опять используют прежнюю пару праймеров, а ДНК-мишенью служит продукт первой реакции амплификации. В этом случае требуется идеальное обустройство лаборатории для того, чтобы избежать контаминации продуктами реакции внешней пары;
- во время проведения ПЦР происходит накапливание ампликонов, которые являются продуктами для реамплификации. Загрязнение ампликонами лабораторного оборудования, одежды и рук исследователей может привести к появлению ложноположительных результатов. Организация лаборатории – вложение определенных затрат и времени, обучение сотрудников, создание определенных правил и требований, позволит избежать возможности контаминации и получения неверных результатов анализов.

Области применения. С помощью метода полимеразной цепной реакции можно диагностировать:

- лимфомы и лейкемию;
- ВИЧ-инфекцию;
- гепатит А, В, С;
- онкологические заболевания;
- инфекционные заболевания;
- патогены в пище и воде;
- генетические заболевания.

Метод ПЦР позволяет выявить инфекционного агента в минимальном объеме пробы, содержащей всего нескольких молекул. Метод позволяет найти среди нормальных клеток (в количестве от 100000 до 1000000) одну аномальную последовательность [5].

Другое применение метода полимеразной цепной реакции:

- идентификация личности;
- использование в криминалистике и судебной медицине;
- применение при трансплантации тканей и органов;
- определение отцовства.

ПЦР на микрочипе. Развивающимся направлением ДНК-диагностики является использование технологии с применением микрофлюидных чипов. Это отражает одну из основных тенденций развития современной аналитической техники – миниатюризацию [6].

Приборы на основе микрофлюидных чипов обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными аналитическими системами. Прежде всего, это малый расход реагентов и пробы; высокая чувствительность определения компонентов пробы; компактные размеры, низкое энергопотребление. Отметим, что аналитические системы на основе микрофлюидных чипов за рубежом получили названия lab-on-a-chip (лаборатория на чипе) и micro Total Analysis Systems (микросистемы «полного» анализа) [7].

Важным направлением в биологических исследованиях является изучение генетических мутаций и полиморфизмов, которые могут видоизменять функции гена и, по-видимому, являться причиной унаследованных болезней и других заболеваний. Для экспресс-анализа ДНК применяются методы капиллярного электрофореза и электрофореза на микрочипе, масс-спектрометрию; гибридизационный анализ на микрочипе (биочипе). Метод электрофореза на микрочипе позволяет проводить анализ малых объемов пробы с высокой производительностью и быстродействием на компактных устройствах, которые могут быть встроены в другие системы [8].

Развитие микрофлюидики привело к появлению приборов, в которых осуществляется воспроизводимое управление нано- и пиколитровыми объемами жидкости.

Это позволяет:

- значительно уменьшить объем требуемых реагентов;
- существенно увеличить скорость нагрева (охлаждения) реакционной камеры и сократить время анализа;
- реализовать возможность проведения амплификации во множестве реакционных камер одновременно, тем самым увеличив достоверность и производительность определений.

Одно из первых микрочиповых устройств для ПЦР было предложено в 1993 году группой исследователей под руководством А. Нортрапа. Чип представлял собой кремниевую подложку с миниатюрной реакционной камерой и встроенным нагревательным элементом [8]. На данный момент существует большое количество вариантов микрочиповых устройств для ПЦР, которые можно классифицировать: по способу транспортировки или по принципу нагрева реакционной смеси. Согласно первому варианту классификации можно выделить два основных подхода к реализации миниатюрных устройств для ПЦР: создание стационарных или проточных (микрофлюидных) реакционных камер.

Рынок микрофлюидных систем в 2013 году был оценен в 1,6 млрд долларов и, по прогнозам Yole Development [7], достигнет 3,6–5,7 млрд долларов к 2018 году. Такие высокие темпы роста в значительной степени обусловлены достижениями в биотехнологии, в частности, при секвенировании генома и разработке методов диагностики в пробирке.

Заключение. Анализ мирового рынка молекулярной диагностики свидетельствует о том, что это одно из наиболее быстрорастущих направлений биотехнологии.

По данным РАН, на анализы в мире тратится менее 2% государственных расходов на здравоохранение, но на результатах этих анализов основано 60–70% диагнозов.

Исследования, проведенные Cambridge Healthtech Institute и журналом GEN, выявили, что за последние 15 лет наблюдается стремительный рост мирового рынка молекулярной диагностики: если в 1995 г. затраты на молекулярные исследования в практической медицине составили 360 млн долларов (2% рынка мед. исследований), то в 2010 г. в сегмент рынка молекулярных исследований было вложено 4,76 млрд долларов, что 13,2 раза больше аналогичного показателя в 1995 г.

Согласно прогнозам ведущей мировой компании «Kalorama Information», которая занимается аналитическими исследованиями в сфере здравоохранения, рост рынка в ближайшие 5 лет составит 11% и будет соответствовать 8,085 млрд долларов. При этом ежегодные темпы роста рынка для США и стран ЕС ожидаются на уровне 6–10%, тогда как в развивающихся странах данный показатель составит 15–25%.

С точки зрения технологий на рынке молекулярной диагностики наиболее эффективным направлением, уже получившим широкое распространение в сфере лабораторных исследований *in vitro*, являются методы, основанные на проведении ПЦР. Так в странах Евросоюза на их долю приходится до 80%. В России ежегодно проводится более 40 млн исследований, а объем рынка составляет около 1,5 млрд рублей.

На сегодняшний день доля исследований с использованием ПЦР с детекцией результатов в формате гель-электрофорез составляет не более 10%, тогда как аналогичный показатель для формата FLASH соответствует 35%, а ПЦР-РВ – 55%.

Следует отметить, что помимо ПЦР в лабораторную практику активно внедряются и другие молекулярно-генетические методы и технологии в первую очередь секвенирование, его варианты – пиросеквенирование, нанопоровое секвенирование с использованием микроциповых технологий и др.

На сегодняшний день метод ПЦР имеет огромное научное и прикладное значение, с его помощью были реализованы масштабные исследования в области медицины и биологии. Был совершен прорыв в диагностике широкого спектра инфекционных и генетических заболеваний, онкологических патологий.

Накопленная за этот период времени информация позволила сформировать принципиально новый персонифицированный подход к комплексному обследованию пациентов и определить альтернативные варианты терапии с учетом их особенности генотипа и популяционной принадлежности.

С возникновением в 1983 году идеи многократного увеличения числа копий искомой молекулы ДНК прошло сравнительно немного времени, тем не менее, технология ПЦР совершила гигантский рывок и стала неотъемлемой частью рутинной лабораторной практики, продолжая при этом совершенствоваться и развиваться [9].

Литература

1. Paavonen J. And Eggert-Kruse W. Chlamydia trachomatis: impact on human reproduction // Human Reproduction Update. – 1999. – V. 5. – P. 433–447.
2. Gaydos C.A. Howell M.R., Pare B. et al. Chlamydia trachomatis infection in female military recruits // N.Engl. J Med. – 1998. – V. 339. – P. 739–744.
3. Geisler W.M. et. al. Chlamydial and gonococcal infection in men without polymorphonuclear leucocytes on Gram Stain // STD. – 2005. – V. 32. – P. 630–634.
4. Stamm W.E. Principles and Practice of Infectious Diseases. – 2006.
5. Black C.M. Current methods of laboratory diagnosis of Chlamydia trachomatis infections // Clin Microbiol Rev. – 1997. – V. 10. – P. 160–184.
6. Higuchi R. et al. Kinetic PCR analysis: real-time monitoring of DNA amplification reaction // Biotechnology (NY). – 1993. – V. 11. – P. 1026–1030.
7. Morre S., Sillekens P., Jacobs M.V. et al. RNA amplification by nucleic acid sequence-based amplification with an internal standard enables reliable detection of Chlamydia trachomatis in cervical scrapings and urine samples // J. Clin. Microbiol. 1996. – V. 34. – P. 3108–3114.
8. Geisler W.M. et.al. Quantitative Culture of C.trachomatis: Relation to Clinical Manifestation // JID. – 2001. – V. 184. – P. 1350–1354.
9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/polimeraznaya-serpnaya-reakciya/>, своб.

**Егоров Сергей Владимирович**

Год рождения: 1992

Факультет систем управления и робототехники, кафедра технологии приборостроения, группа № Р4280

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: artemismaloy@gmail.com

УДК 664.8.035.12

**РАЗРАБОТКА МОДУЛЬНЫХ ЯЧЕЕК АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СКЛАДА
С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ****Егоров С.В.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Яблочников Е.И.**

В работе представлена разработка технологической ячейки для модернизации устаревших овощехранилищ до уровня склада с регулируемой газовой средой. В настоящее время в Российской Федерации существует проблема с хранением и перераспределением выращенных сельхоз-продуктов. Наибольшая проблема существует на рынке плодоовощной продукции, где потери составляют более 30%. В работе предлагается улучшить технологию хранения в регулируемой газовой среде с помощью модульной технологической ячейки.

Ключевые слова: киберфизические системы, регулируемая газовая среда, мультиагентная система, ультранизкое содержание кислорода, модульность.

На сегодняшний момент в нашей стране существует проблема хранения и перераспределения сельскохозяйственной продукции. Самым сложным рынком по этому направлению является рынок плодоовощной продукции, где из-за недостаточно развитой логистической системы потери сельскохозяйственной продукции достигают 40% [1]. В связи с этим новые разработки в сфере хранения сельскохозяйственной продукции крайне востребованы. Существуют разные способы продления срока хранения продуктов от консервации и заморозки до радиационной обработки [2]. Консерванты добавляют в некоторые продукты, которые неоднозначно влияют на организм человека, заморозка травмирует ткани и довольно дорога, поэтому оправдывает себя только в применении с дорогостоящими продуктами. А радиационная обработка также дорога и требует повышенных мер безопасности [3]. В данной работе предлагается решение по повышению эффективности применения технологии хранения в регулируемой газовой среде (РГС). Главным недостатком РГС является невозможность точного контроля во всех точках пространства хранилища нужной концентрации и соотношения газов.

Цель исследования – найти решение для повышения эффективности РГС. Одним из возможных решений является разработка технологической ячейки хранения сельскохозяйственной продукции. Разработанная технологическая ячейка должна не только повысить эффективность применения РГС, но и позволить модернизировать существующие складские помещения до уровня хранилищ с РГС. Также технологическая ячейка должна отвечать принципам, которые используются при создании киберфизических [4] и мультиагентных систем.

Классические склады с РГС представляют собой герметичную комнату большого объема, в которую помещают ящики с продуктами. Как правило, склады такого типа строят с нуля. И недостатки применения РГС вытекают как раз из невозможности точного и оперативного контроля среды. На рынке уже есть фирма, которая пытается решить эту проблему, – компания «ТЕССО», предлагающая оборачивать паллету с продуктом

полиэтиленовым мешком и создавать газовую среду только в нем. Недостатки такого подхода заключаются в том, что эти мешки одноразовые, датчики контроля среды находятся вне контролируемой атмосферы, и отсутствует датчик этилена, который мог бы сигнализировать о начале процесса гниения.

Вместо герметичной комнаты предлагаем использовать компактные технологические ячейки, которые можно располагать на полках стеллажей как новых высотных автоматизированных складов, так и на полках уже существующих складских помещений. Разработанная технологическая ячейка с регулируемой газовой средой хорошо подходит для тех фруктохранилищ или морозильных камер, где не выполнена газовая герметизация. Технологическая ячейка имеет модульную конструкцию, включая модуль корпуса, модуль механизма открывания и модуль контроля и регулирования среды. Модуль корпуса состоит из ящика, сваренного из пяти частей, и дверцы. Основным материалом корпуса технологической ячейки является полипропилен, так как он имеет очень низкую газопроницаемость O_2 , N_2 , CO_2 основных компонентов регулируемой среды [5]. Кроме того, этот материал технологичен, сертифицирован для работы в пищевой промышленности и имеет широкие рабочие температурные показатели. Модуль механизма открывания состоит из электродвигателя, редуктора и одного или двух круглых прокатов сложной изогнутой формы. Все они располагаются сверху и при изменении размеров корпуса ведут за собой только изменение круглых прокатов. Модуль контроля и регулирования среды состоит из: впускных и выпускных клапанов и набора датчиков: температуры, влажности, давления, кислорода, углекислого газа и этилена. В зависимости от изменения размеров корпуса ячейки, данный модуль не претерпевает изменений. В сумме модульный подход позволяет изменять габаритные размеры технологической ячейки, при этом изменение стоимости ячейки будет зависеть только от первого модуля и минимально от второго.

Технологическая ячейка в автономном режиме поддерживает заданную газовую среду путем открытия и закрытия клапанов, основываясь на показаниях датчиков, расположенных в ячейке. Опрашивать датчики и управлять клапанами должен промышленный программируемый логический контроллер (ПЛК). При этом каждая ячейка способна поддерживать собственную заданную среду независимо от других. Через этот же ПЛК закладывается возможность интеграции ячейки в систему управления на основе перспективных технологий создания киберфизических систем. При повышении концентрации этилена, газа выделяемого продуктами в процессе гниения, датчик этилена должен сработать и подать запрос на сервис, который уже зависит от типа склада. В обычном складе датчик должен отправить на главный пункт сообщение о том, что в такой-то ячейке начался процесс гниения и дальнейшие решения принимает человек, а в случае автоматизированного – должен отправить запрос на запрограммированные действия, предусмотренные системой управления данного склада.

Киберфизическая система дает возможность управлять физическим объектом, воздействуя на его цифровую копию (3D-модель) в специальной виртуальной среде, и наблюдать на этой же цифровой копии все физические воздействия на реальный объект. Технологическая ячейка отвечает требованиям Internet of Things (IoT), так как может выполнять некоторые функции в ответ на команды, поступающие по сети. Таким образом, с применением технологии IoT технологическая ячейка становится агентом в мультиагентной системе, состоящей из множества IoT, предоставляющих различные сервисы.

На данном этапе развития технологической ячейки хранения проделаны все необходимые действия по теоретическому обоснованию перспективности данной разработки. И следующим этапом будет создание рабочего прототипа. Новизна и преимущества разработанной технологической ячейки:

- более полный логистический контроль наличия, размещения и состояния продукта;
- возможность модернизации существующих складских помещений;

- минимизация габаритных размеров дает возможность более точно и оперативно регулировать газовую среду;
- возможность хранения разных сельскохозяйственных продуктов, требующих различных условий хранения, в одном хранилище.

На основании перечисленных преимуществ следует продолжить работу по разработке технологической ячейки хранения сельскохозяйственной продукции, используя при этом современные технологии киберфизических систем в сочетании с концепцией управления жизненным циклом изделий.

Литература

1. Рыкова И.Н., Смирнова М.А. Проблемы и перспективы развития в России оптово-распределительных центров для сбыта сельскохозяйственной продукции // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2014. – № 34. – С. 2–11.
2. Демченко С.В. Характеристика способов хранения сочного растительного сырья // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2005. – № 5-6. – С. 46–49.
3. Ковальская Л.П. Действие ионизирующих излучений на устойчивость плодов к фитопатогенным микроорганизмам в период хранения. Обзор. инф. – М., 1972. – 33 с.
4. Colombo A.W., Bangemann T., Karnouskos S., Delsing J., Stluka P. Industrial Cloud-Based Cyber-Physical Systems. – Springer International Publishing Switzerland, 2014. – 245 p.
5. Бузоверов С.Ю., Постникова Н.В. Перспективы использования модифицированных газовых сред в процессе хранения пищевых продуктов // Вестник АГАУ. – 2013. – № 2(100). – С. 106–109.



Елагина Мария Александровна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, группа № Т4240

Направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: vientos.de.cambio@mail.ru



Савкина Олеся Александровна

Год рождения: 1984

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, к.т.н., ассистент

e-mail: 1103savkina@mail.ru

УДК 663.18,664.6422

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДРОЖЖЕЙ – ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПОРЧИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Елагина М.А., Савкина О.А.

Научный руководитель – к.т.н., ассистент Савкина О.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615873 «Инновационные ресурсосберегающие технологии биоконверсии пищевого сырья, консервирования и хранения комбинированных пищевых систем».

В ходе работы выделено 5 штаммов дрожжей – возбудителей меловой болезни хлеба и два штамма дрожжей – возбудителей порчи сыра «Чечил». Проведено исследование морфологических и культуральных признаков выделенных культур. Установлена видовая принадлежность двух штаммов, выделенных из хлеба, и одного штамма, выделенного из сыра. Показано, что видовое разнообразие дрожжей, вызывающих порчу пищевых продуктов, намного шире, чем это представлено в литературных источниках.

Ключевые слова: дрожжи, хлеб, сыр, штаммы, порча пищевых продуктов, возбудители, меловая болезнь хлеба.

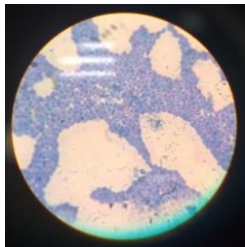
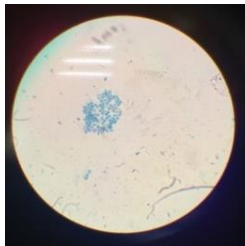
Многие пищевые продукты представляют благоприятную среду для микроорганизмов, включая грибы [1]. Микробиологическая порча становится источником опасности при накоплении в пище патогенных микроорганизмов, а также токсических продуктов их метаболизма.

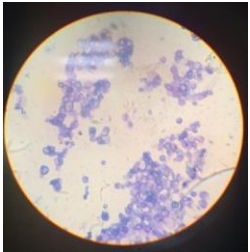
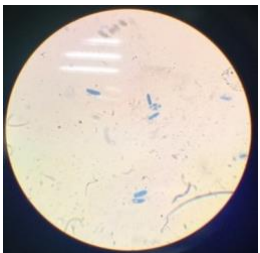
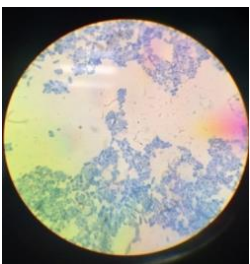
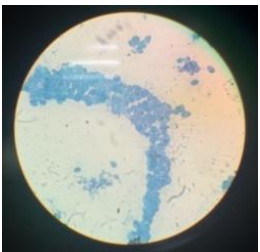
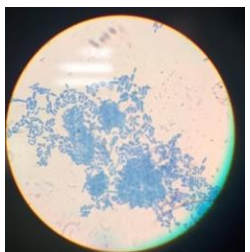
Порча под действием дрожжей и плесеней возникает, как правило, медленнее, чем бактериальная, но неприхотливость к субстрату и способность выживать в более жестких условиях, чем вегетативные формы бактерий, делают их потенциально более опасными причинами порчи пищевых продуктов [2]. Например, дрожжи рода *Zygosaccharomyces* могут размножаться в пищевых продуктах с высоким содержанием сахара или соли. Дрожжи рода *Candida* являются причиной порчи широкого диапазона пищевых продуктов.

В настоящее время различные виды пищевой продукции, такие как хлебобулочные изделия, пиво, молочнокислые и мясные продукты, зачастую подвергаются микробиологической порче, вызванной дикими дрожжами [3]. В литературных источниках представлено недостаточное количество сведений об их видовой принадлежности. В связи с этим тема актуальна и представляет научный интерес.

Выделяли чистые культуры дрожжей из хлеба «Дарницкого», заболевшего меловой болезнью, а также из сыра «Чечил» с характерным дрожжевым запахом. Сеяли в пробирки с суслом с содержанием 8% СВ. Посевы инкубировали при 30 °С в течение 24–48 ч. Рост возбудителей фиксировали по мутности среды, наличию на поверхности пленки или осадка на дне пробирки. Из пробирок делали поверхностные посевы на плотную среду – сусло-агар [4]. Чашки инкубировали и рассматривали характер выросших колоний (табл. 1.)

Таблица 1. Морфологические и культуральные признаки выделенных штаммов

№ шт.	Описание КОЕ на твердой питательной среде	Микроскопирование клеток	Фото: микроскопирование окрашенных клеток
1	Мелкие, шаровидные, блестящие, гладкие, выпуклые, кремового белого цвета, диаметр колоний 2–5 мм	Клетки небольшие, округлые, скученно-расположены, диаметр клеток 1,6–8,8 мкм	
2	Шаровидные, средних размеров, белые, блестящие, гладкие, пастообразные, с ровным краем диаметр 2–10 мм	Клетки мелкие, округлые, диаметром 1,6–4 мкм	

№ шт.	Описание КОЕ на твердой питательной среде	Микроскопирование клеток	Фото: микроскопирование окрашенных клеток
4 сыр	Очень мелкие колонии, шаровидные, белые, блестящие, с волнистым краем, гладкие, диаметром 1–3 мм	Клетки средние и очень мелкие, круглые, встречаются овальные, почкующиеся, диаметром 0,8–8 мкм	
6	Пушистые, матовые, белые, конусовидные, шероховатые, диаметром 10 мм	Клетки крупные, удлинённые, яйцевидные, длиной 4,8–13,6 мкм, шириной 1,6–7,2 мкм	
12	Складчатые, белые кремовые колонии с волнистым краем, блестящей поверхностью, колонии крупные диаметром около 10 мм	Мелкие и средние круглые клетки диаметром 0,8–4 мкм	
16	Колонии круглые, белые, матовые, с шероховатой поверхностью, выпуклые, похожие на вату, диаметром 7 мм	Клетки овальной формы, средние почкующиеся, хорошо просматриваются вакуоли, длина 4–7,2 мкм, ширина 1,6–2,4 мкм	
20 сыр	Колонии шаровидные, мелкие, поверхность складчатая, профиль волнистый, цвет колоний белый матовый, волнистый край	Клетки круглые и овальные, средних размеров. У круглых диаметр 3,2–4 мкм, у овальных длина 4–10,4 мкм, ширина 0,8–2,4 мкм	

При помощи тест-системы API (BioMérieux, Франция) на основании способности сбраживать и ассимилировать углеводы установлена видовая принадлежность трех штаммов дрожжей, из которых два являются возбудителями порчи хлеба, а один – сыра. Установлено, что по профилю ассимилируемых сахаров все исследуемые штаммы с достоверностью более 75% относились к роду *Candida* (табл. 2).

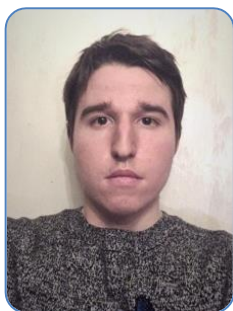
Таблица 2. Углеводный катаболизм дрожжей

Ассимиляция	Вид и штамм дрожжей		
	МБ №2	МБ №4 сыр	МБ №6
D-глюкоза	–	–	–
Глицерин	+	+	+
Кальция 2-кетоглюконат	+	–	+
L-арабиноза	–	+	–
D-ксилоза	–	+	–
Адонитол	–	+	–
Ксилитол	–	+	–
D-галактоза	–	+	–
Инозит	–	–	–
D-сорбит	+	+	–
Метил-α, D-глюкопиранозид	–	+	–
N-ацетилглюкозамин	–	+	+
D-целлобиоза	–	+	–
D-лактоза	–	–	–
D-мальтоза	–	+	–
D-сахароза	+	+	–
D-трегалоза	–	–	–
D-мелецитоза	–	+	–
D-раффиноза	+	–	–
Идентификация в соответствии с базой данных Biomerieux			
	Candida magnoliae	Candida inswidae	Candida incopsicua

В результате проведенных экспериментов было выяснено, что существует наиболее широкий спектр дрожжей-возбудителей порчи пищевых продуктов, чем это освещено в научной литературе. Поэтому, в дальнейшем планируется изучение новых штаммов дрожжей, что необходимо для разработки рекомендаций по устранению изложенной проблемы.

Литература

1. Савкина О.А., Красникова Л.В., Елагина М.А. Исследование дрожжей - возбудителей порчи хлеба // Сб. материалов конференции. ФГАНУ Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности. – 2016. – С. 60–64.
2. Елагина М.А. The study of the yeast causing microbial spoilage of food // Сб. тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://openbooks.ifmo.ru/ru/file/3721/3721.pdf>, своб.
3. Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства. – СПб.: Береста, 2003. – 220 с.
4. Красникова Л.В., Кострова И.Е., Машкин Д.В. Микробиология производства хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Учеб. пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2007. – С. 80–89.

**Еремеев Владислав Александрович**

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра криогенной техники и технологий сжиженного природного газа, группа № W4205

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: ivladsfb@gmail.com

**Иванов Владислав Иванович**

Год рождения: 1939

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра криогенной техники и технологий сжиженного природного газа, д.т.н., профессор

e-mail: vl_iv.9391@mail.ru

УДК 536.483

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРЕОХЛАЖДЕННОГО
СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА****Еремеев В.А., Иванов В.И.****Научный руководитель – д.т.н., профессор Иванов В.И.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

В работе приведено сравнение энергетических затрат на выдачу охлажденного сжиженного природного газа под избыточным давлением путем выдавливания его паром и с использованием жидкостного насоса.

Ключевые слова: охлаждение СПГ, энергетические затраты, жидкостной насос, вакуумирование, испарение.

Охлаждение сжиженного природного газа (СПГ) ниже температуры кипения при атмосферном давлении, т.е. ниже $T_0 = 111,7$ К необходимо для его транспортировки, хранения и безопасного использования [1]. Хранение СПГ в состоянии насыщения без охлаждения приводит его к значительным потерям при хранении, кавитации в насосах при перекачке, возникновения двухфазного потока в протяженных трубопроводах и гидравлическим ударам [2].

Широкое использование охлажденного СПГ привело к созданию целого ряда систем его захолаживания. При этом особую значимость приобретают энергетические показатели этих систем.

В промышленных масштабах охлаждение СПГ осуществляют различными способами: либо за счет внешнего источника холода, например, жидкого азота или рефрижераторной установки, либо за счет испарения части СПГ при барботировании через него малорастворимого газа (гелия). Однако наиболее простым в реализации и достаточно эффективным является охлаждение путем вакуумирования парового пространства резервуара с СПГ. Охлаждение можно осуществлять как непосредственно в самом резервуаре, так и в теплообменном аппарате в процессе выдачи жидкости потребителю. В целях повышения экономичности иногда применяют ступенчатое охлаждение в нескольких аппаратах [3].

Для выдачи охлажденного СПГ потребителю под требуемым давлением применяют либо способ выдавливания собственным паром, либо используют жидкостные насосы.

Для определения достоинств и недостатков систем охлаждения и выдачи СПГ под давлением было рассмотрено три различные схемы. В двух схемах охлаждение осуществляется путем вакуумирования парового пространства над жидкостью, а в третьей схеме используется сторонний более низкотемпературный криоагент – жидкий азот.

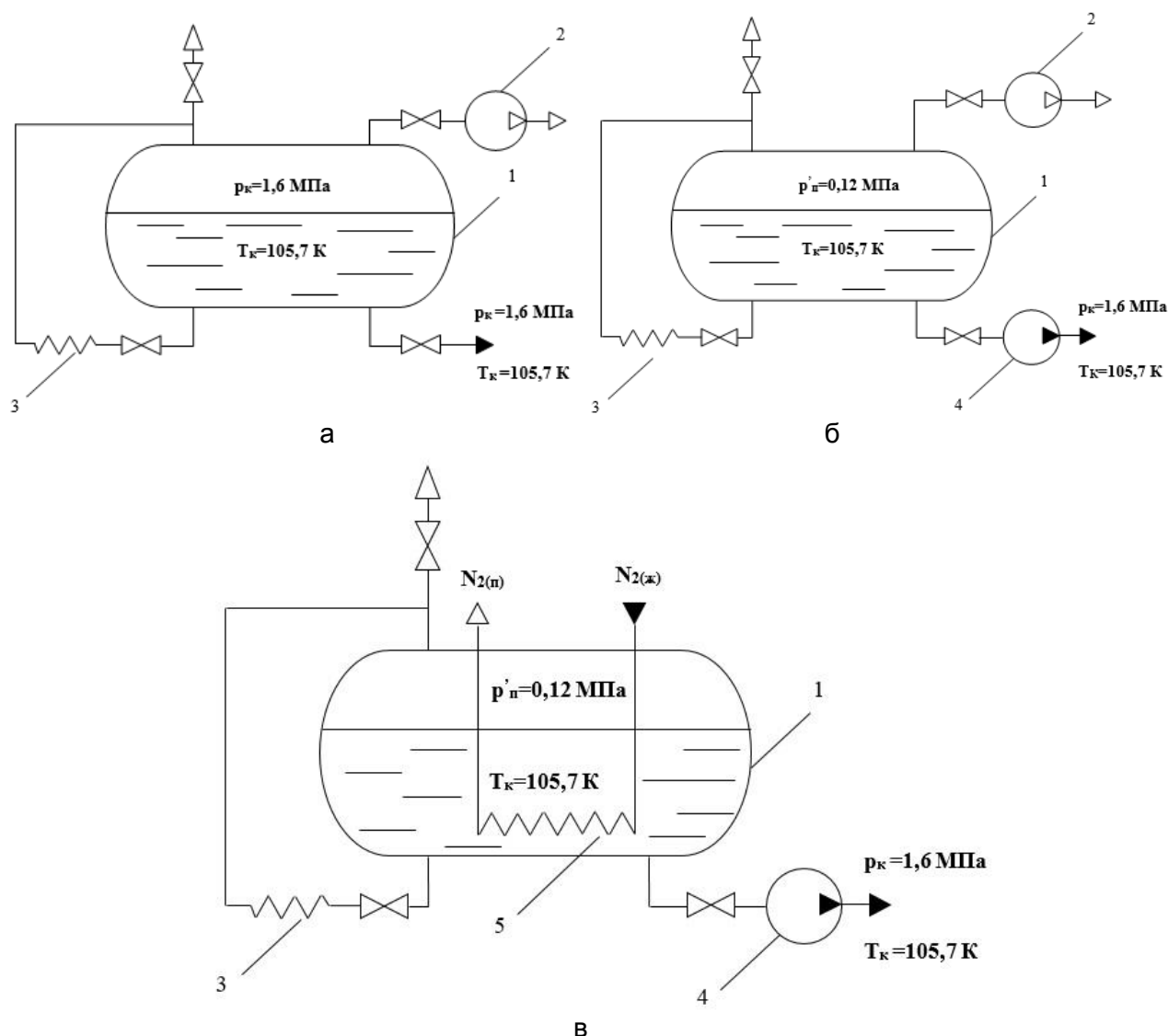


Рисунок. Схемы систем выдачи охлажденного СПГ под давлением: 1 – внутренний сосуд резервуара; 2 – вакуумный насос; 3 – испаритель подъема давления; 4 – жидкостной насос; 5 – змеевик теплообменника

По схеме (рисунок, а) выполняются следующие операции:

- жидкий метан охлаждается до температуры $T_k = 105,7 \text{ К}$ путем вакуумирования парового пространства насосом 2; давление пара в конце охлаждения достигает $p_n = 0,06 \text{ МПа}$;
- после отключения вакуумного насоса 2, подают жидкость в испаритель 3 и устанавливают давление $p_k = 1,6 \text{ МПа}$;
- жидкость выдавливается из сосуда под давлением $p_k = 1,6 \text{ МПа}$ и температуре $T_k = 105,7 \text{ К}$.

По схеме (рисунок, б) последовательность процессов следующая:

- жидкость охлаждается путем вакуумирования; давление в сосуде снижается от $p_n = 0,1$ МПа до $p_n = 0,06$ МПа; температура жидкости снижается от $T_n = 111,5$ К до $T_k = 105,7$ К после чего вакуумный насос отключается;
- жидкость подают в испаритель, резко повышая давление в сосуде до $p'_n = 0,12$ МПа, при этом жидкость становится недонагретой (ее температура остается равной $T_k = 105,7$ К);
- жидкостной насос выдает недонагретую жидкость под давлением $p_k = 1,6$ МПа.

По схеме (рисунок, в) последовательность процессов следующая:

- жидкость метана охлаждается до температуры $T_k = 105,7$ К, при подаче в змеевик 5 жидкого азота, при этом давление в сосуде снижается до $p_n = 0,06$ МПа;
- жидкость подают в испаритель 3, повышая давление в сосуде до $p'_n = 0,12$ МПа, при этом жидкость становится недонагретой (ее температура остается равной $T_k = 105,7$ К);
- жидкостной насос 4 выдает недонагретую жидкость под давлением $p_k = 1,6$ МПа потребителю.

В таблице представлены результаты сравнения схем выдачи СПГ под давлением.

Таблица. Характеристики схем выдачи охлажденного СПГ под давлением

Схемы	Исходная масса СПГ, кг	Температура, К		Давление, МПа		Потери СПГ, кг	Расход жидкого азота, кг	Расход энергии, кВт·ч
		Нач.	Конеч.	Нач.	Конеч.			
а	10 000	111,5	105,7	0,1	1,6	1011	0	1019
б	10 000	111,5	105,7	0,1	1,6	420	0	448
в	10 000	111,5	105,7	0,1	1,6	50	1488	2300

Выводы

1. Схема (рисунок, а) наиболее проста в реализации из дополнительного оборудования требуется лишь вакуумный насос. Однако этой схеме присущи серьезные недостатки – это потеря ~10% продукта и значительный расход энергии.
2. Схема (рисунок, б) термодинамически менее совершенна, поскольку требует значительного расхода более низкотемпературного чем СПГ криоагента, т.е. жидкого азота. Кроме того, требуется встраивать в сосуд с СПГ дополнительный змеевик и иметь оборудование для подачи азота в указанный змеевик.
3. Наиболее приемлемой для принятых параметров системы является схема (рисунок, в). Она обеспечивает умеренные потери СПГ и наименьший расход энергии на выдачу охлажденного СПГ под давлением.

Литература

1. Архаров А.М., Архаров И.А., Тычкова С.О. К задаче об изменении температуры криогенных жидкостей при откачке их паров и хранении // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2010. – С. 41–45.
2. Энциклопедия по машиностроению XXL. Испарительное охлаждение жидкостей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mash-xxl.info/info/752639/>, своб.
3. Получение и использование сжиженного природного газа повышенной плотности способом вакуумного охлаждения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tesiaes.ru/?p=7847/>, своб.



Жакыпов Акторе Оналбайулы

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики,
кафедра кондиционирования воздуха, группа № W4112

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника
и системы жизнеобеспечения

e-mail: Aktore_94-kz@mail.ru

УДК 621.564; 622.4

ВОДА КАК ХОЛОДИЛЬНЫЙ АГЕНТ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Жакыпов А.О.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Цветков О.Б.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615876 «Повышение энергетической эффективности и экологической безопасности систем хладоснабжения и кондиционирования».

В работе рассмотрено применение воды в качестве холодоносителя для высокотемпературных тепловых насосов. Вода используется в некоторых системах кондиционирования воздуха, где используется пар. Вода кипит при температуре при низком вакууме, которая затем может быть использована для охлаждения воздуха или другой охлаждающей среды.

Ключевые слова: вода, хладагент, холодоноситель, теплонасосные установки, R718, холодильные машины.

Тепловые насосы позволяют переносить тепло от более холодного тела к более горячему посредством испарения и конденсации, использовать теплоту практически всех окружающих сред: воды, воздуха, грунта. Теплонасосные установки давно доказали свою эффективность благодаря тому, что передают потребителю в 3–5 раз больше энергии, чем затрачивают сами на ее передачу. Кроме того, в тепловых насосах используются экологически чистые технологии практически без выбросов вредных веществ в окружающую среду.

В мире наиболее крупные парокомпрессионные тепловые насосы имеют тепловую мощность до 30 МВт с двухступенчатыми центробежными компрессорами. Для теплоснабжения Стокгольма (Швеция) построена и работает станция тепловых насосов с 6-ю агрегатами общей мощностью 180 МВт. В качестве источника теплоты используется морская вода, в зимний период температура которой опускается от +2 до +4°C. В Хельсинки (Финляндия) и Осло (Норвегия) работают тепловые насосы на сточных водах [1]. В летний период они производят одновременно тепло для горячего водоснабжения и холод для кондиционирования крупных торговых и бизнес-центров.

В настоящее время идут разработки хладагентов 4-го поколения с $GWP < 150$. Получен хладагент R-1234yf ($CF_3-CF=CH_2$), являющийся изомером фтористых пропиленов (3,3,3,2-тетрафторпропилен) с $GWP=4$ и $ODP=0$, основное назначение которого является применение в автомобильных кондиционерах [2].

Хладагент R-1234yf не обеспечивает всех потребностей систем, основанных на принципе трансформации тепла. Для сравнения его критическая температура 96°C на 5°C ниже, чем у R-134a, следовательно в условиях работы высокотемпературного теплового насоса выбор R-1234yf не будет оптимальным.

Необходимо искать новые хладагенты и доказывать, что они имеют $GWP < 150$, а также являются нетоксичными, невзрывоопасными.

Целью исследований явилось исследование воды (R718) как привлекательного хладагента, к тому же она – старое вещество, использовавшееся для охлаждения. С экологической точки зрения вода не влияет ни на глобальное потепление ($GWP=0$), ни на разрушение озонового слоя

(ODP=0); нетоксична, негорючая, химически инертна при высоких температурах (максимально безопасна) и, кроме того, легко доступна, ее можно считать самым дешевым рабочим веществом [3]. У воды высокий теоретический холодильный коэффициент, сопоставимый с ХФУ (в зависимости от температуры кипения). Системы, работающие на воде, как правило, прямого охлаждения (это касается также и теплообмена в процессе конденсации).

Вода обычно используется в качестве хладагента. У нас есть двигатели в автомобилях, охлаждаемых водой. У нас также есть компьютерные компоненты, охлаждающиеся водой, используемой в качестве хладагента. Но, как правило, воду может охладить только до температур, которые выше температуры окружающей среды в системах с замкнутым контуром (где вода не дает возможность испаряться).

Для охлаждения ниже температуры окружающей среды, мы должны использовать фазовые изменения вещества (жидкости в газ и обратно) тепловым насосом в качестве хладагента. Таким образом, хладагент должен иметь низкую скучную точку, чтобы быть пригодным в качестве хладагента [4]. Таким образом, вода может быть использована в качестве хладагента теоретически в ситуациях, когда температура окружающей среды за пределами 100°C.

Вода используется в некоторых системах кондиционирования воздуха, где используется пар. Вода кипит при температуре при низком вакууме, которая затем может быть использована для охлаждения воздуха или другой охлаждающей среды.

Использование воды в качестве хладагента (R718) в промышленных холодильных машинах является экологически чистой новой технологией, успешно реализуемой за последние годы [5]. Но эта технология имеет свои проблемы на всех этапах реализации от этапа проектирования до производства.

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geoteplo.com.ua/the-news/224-hightemperature-heatpump.html>, своб.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hydrocarbons21.com/news/view/4693>, своб.
3. Цветков О.Б. Холодильные агенты. Монография. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2004. – 216 с.
4. Калашников Ф. Chillventa 2014: новые холодильные компрессоры от Emerson Climate Technologies // Холодильная техника. – 2014. – № 9. – С. 16–19.
5. Калнинь И.М., Пустовалов С.Б., Жернаков А.С. Физическая модель теплонасосных опреснителей соленой воды // Вестник МАХ. – 2010. – № 2(35). – С. 10–18.



Желтышев Михаил Александрович

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии и техносферной безопасности, группа № А4205

Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность

e-mail: mihalich93@bk.ru

УДК 504.054

АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ОКИСЛАМИ АЗОТА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ И РЕЗУЛЬТАТАМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Желтышев М.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Кустикова М.А.

В работе рассмотрена проблема антропогенного загрязнения атмосферного воздуха окислами азота на территории Санкт-Петербурга. Используются данные наземных наблюдений и результаты

численного моделирования. Отмечен высокий уровень согласия модельных расчетов и реальных наблюдений. По данным проведенных численных экспериментов получены объективные данные об уровнях тропосферного загрязнения над всей территорией города при различных метеоусловиях.

Ключевые слова: антропогенное загрязнение атмосферы, окислы азота, численное моделирование.

Антропогенное загрязнение атмосферы крупных городов, промышленных центров, транспортных узлов является актуальной проблемой обеспечения экологической безопасности населения и сохранения окружающей среды. Особенно остро данная проблема обстоит для нашего города – мегаполиса Санкт-Петербурга.

Окислы азота (NO_x) вносят значительный вклад в общее загрязнение атмосферы города, являясь одними из приоритетных загрязняющих веществ при нормировании и оценке качества воздуха. Основной механизм образования данных веществ в воздухе состоит в окислении атмосферного молекулярного азота до соответствующих оксидов азота при высокотемпературном горении топлива (например, в двигателях автомобилей и иных транспортных средств, печах котельных и металлургических производств и т.п.).

По официальным данным «Доклада об экологической ситуации в г. Санкт-Петербурге за 2015 год», суммарные выбросы оксидов азота в атмосферный воздух составили 61,4 тыс. т [1]. При учете растущей автомобилизации населения города и его промышленном развитии, данная проблема становится еще более актуальной.

Немаловажно отметить, что данные соединения являются одними из определяющих при процессах образования фотохимического смога, закисления атмосферных осадков, водных объектов и почвенного слоя, а также интенсификации процессов эвтрофикации водоемов.

Соответственно, проведение объективного анализа антропогенного загрязнения атмосферы Санкт-Петербурга окислами азота является актуальной и комплексной задачей, требующей внимания специалистов в области охраны окружающей среды.

Регулярные наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха позволяют проводить оценку качества и фиксировать текущее состояние воздушного бассейна в настоящий момент времени, что является, безусловно, одним из действенных подходов к анализу данной проблемы. Так, при изучении процессов переноса загрязняющих веществ в масштабах столь крупного города, как Санкт-Петербург, наибольший интерес представляют данные наблюдений общего содержания изучаемого соединения в атмосферном столбе. С 2004 года на базе НИИ Физики СПбГУ осуществляется регулярный мониторинг содержания двуокиси азота в толще атмосферы методом спектрометрии рассеянного из зенита солнечного излучения с использованием метода DOAS [2].

Наряду с проведением регулярных наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха, широкое распространение получило применение аппарата численного моделирования переноса и рассеивания примесей, позволяющее подойти к решению подобных задач более комплексно и объективно (оценка ситуации в различных масштабах, прямое и обратное прогнозирование уровней загрязнения, учет комплексного влияния множества источников эмиссии, анализ содержания загрязняющих веществ в различных атмосферных слоях при разных метеоусловиях и т.п.).

Одной из популярных моделей подобного рода является модель распространения примесей в атмосфере HYSPLIT, с использованием которой и решалась поставленная задача. Конфигурирование модели (включающее введение входных данных об источниках выбросов, метеопараметрах) и последующая проверка адекватности полученной конфигурации производилась по данным реальных наблюдений (в рамках

этой работы были использованы данные наблюдений, осуществляемые сотрудниками НИИФ СПбГУ).

Структура и пространственное распределение источников выбросов были получены в результате генерализации данных инвентаризации источников выбросов Санкт-Петербурга, что позволило существенно сократить время проведения расчета модели и соответствующую обработку данных.

В дальнейшем с использованием описанной выше структуры источников, был проведен ряд численных экспериментов, валидация и масштабирование результатов моделирования. Совмещенный график данных модельного расчета общего тропосферного содержания диоксида азота и ряда данных наземных наблюдений тропосферного содержания диоксида азота на базе НИИФ СПбГУ приведены на рис. 1.

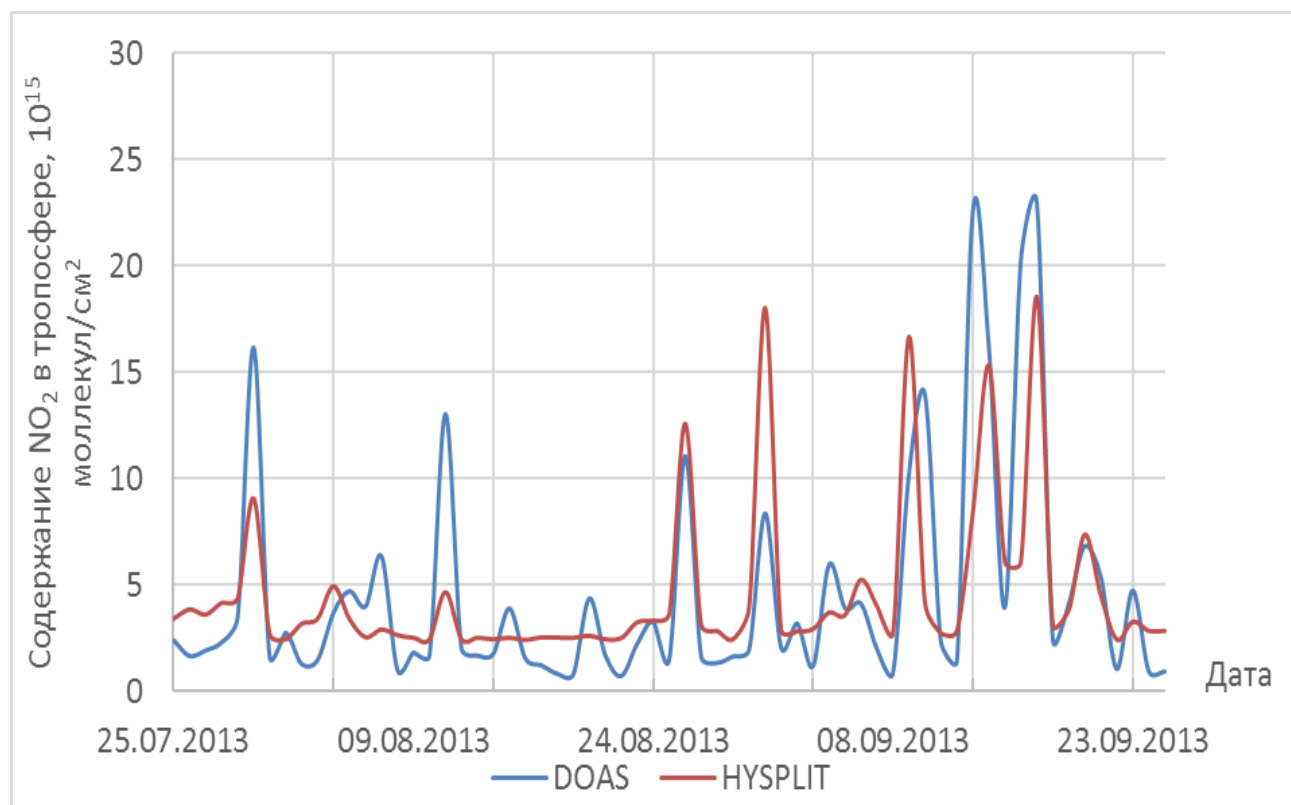


Рис. 1. Сопоставление данных наземных наблюдений (DOAS) и отмасштабированных результатов модельного расчета (HYSPLIT) за период с 25.07.13 по 25.09.13

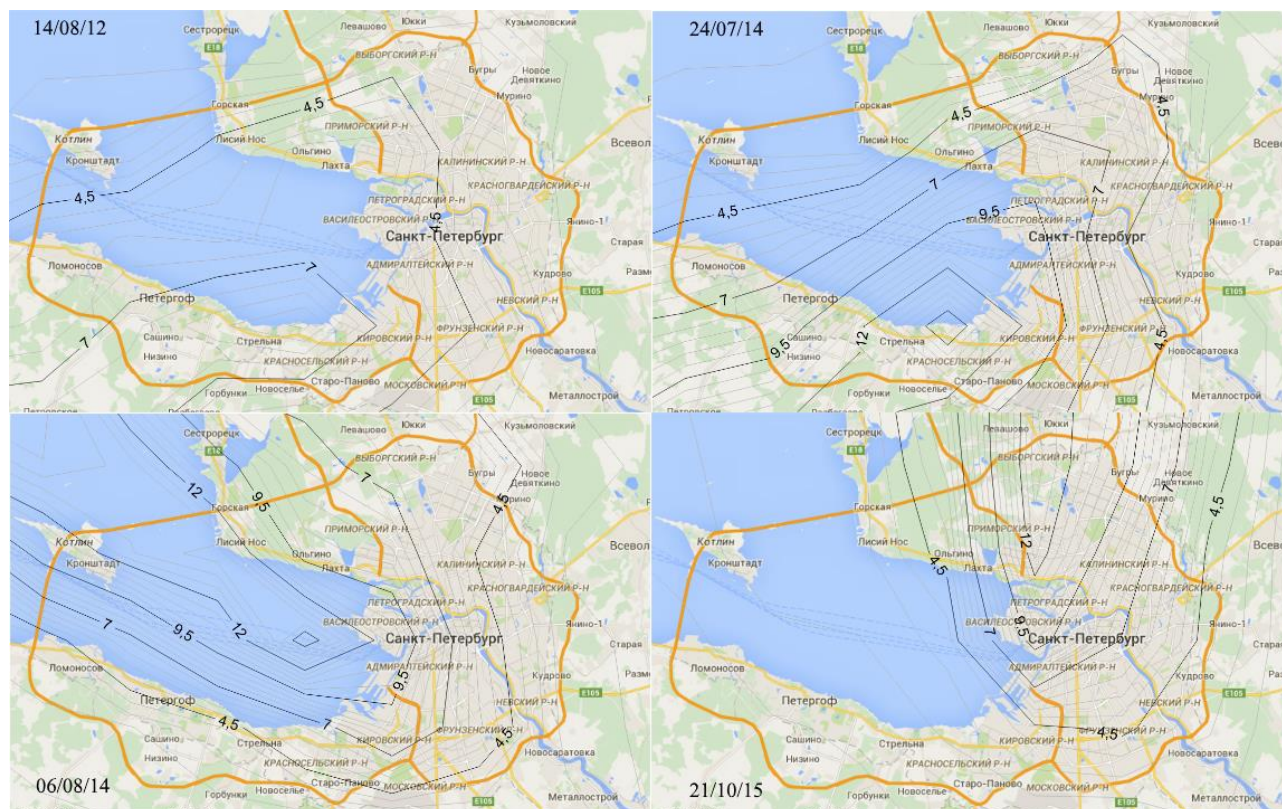
Основываясь на данных сопоставления, можно сделать вывод о высоком согласии (коэффициент корреляции 0,71) результатов расчетов с реальными наблюдениями, что говорит о достаточно высокой степени качества полученной конфигурации модели для проведения объективных оценок и анализа процессов распространения и рассеивания окислов азота в атмосферном воздухе нашего города. Таким образом, данный вариант конфигурации модели пригоден для проведения дальнейших численных экспериментов по моделированию различных ситуаций загрязнения воздушного бассейна Санкт-Петербурга.

Ряд численных экспериментов был проведен для дней, перечисленных в таблице.

Результаты проведенных экспериментов для перечисленных в таблице дней (в виде визуализированных полей концентраций общего содержания двуокиси азота в тропосферном слое), представлены на рис. 2.

Таблица. Перечень дат проведения расчета

Дата	Температура воздуха, °C	Облачность, %	Скорость ветра, м/с	Направление ветра
14.08.12	21,8	25	2	В
24.07.14	25,9	25	1	ССВ
06.08.14	28,4	40	2	ВЮВ
21.10.15	2,3	0	2	ВЮВ

Рис. 2. Рассчитанные поля общего тропосферного содержания двуокиси азота (10^{15} молекул/см²) над территорией Санкт-Петербурга

В результате работы был проведен анализ антропогенного загрязнения атмосферы Санкт-Петербурга окислами азота с использованием сформированной конфигурации модели HYSPLIT. Так, по результатам проведенных экспериментов были выявлены значительные временные и пространственные вариации общего содержания диоксида азота в атмосфере. Определяющими факторами уровня загрязнения являются метеоусловия – благоприятным для качества воздуха является, например, преобладание юго-восточного направления ветра, при котором загрязнение выносится из города в сторону Финского залива.

Литература

1. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2015 году / Под ред. И.А. Серебрицкого. – СПб.: ООО «Сезам-принт», 2016. – 168 с.
2. Поберовский А.В., Шашкин А.В., Ионов Д.В., Тимофеев Ю.М. Вариации содержания NO₂ в районе Санкт-Петербурга по наземным и спутниковым измерениям рассеянного солнечного излучения // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 2007. – Т. 43. – № 4. – С. 547–556.

**Жукова Елена Александровна**

Год рождения: 1987

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра инженерного проектирования, группа № W4127

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: alenochka.1@mail.ru

**Власова Нина Николаевна**

Год рождения: 1984

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра инженерного проектирования, группа № W4127

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: ninelkavlasova@gmail.ru

**Прилуцкий Алексей Андреевич**

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра инженерного проектирования, к.т.н., доцент

e-mail: 9100202@mail.ru

УДК 621.51

МАТЕРИАЛЬНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОМПРЕССОРНЫХ МАШИН ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РАБОЧИХ ВЕЩЕСТВ

Жукова Е.А., Власова Н.Н.**Научный руководитель – к.т.н., доцент Прилуцкий А.А**

Обеспечение эффективной и надежной работы компрессорных машин, эксплуатирующихся в металлургической, химической, нефтехимической, газовой, нефтяной и ряда других отраслей, во многом зависит от правильного выбора материального исполнения их узлов и деталей. Рассмотрены основные факторы, определяющие материальное исполнение компрессорных машин. Даны практические рекомендации по применению того или иного материала в зависимости от рода рабочего вещества.

Ключевые слова: материальное исполнение, рабочее вещество, коррозионноагрессивная среда.

Материальное исполнение узлов и деталей компрессоров определяется в значительной мере коррозионной стойкостью материалов и сплавов в компримируемой среде с учетом таких ее параметров как парциальное давление коррозионноагрессивных компонентов

$P_k = \frac{PC}{100}$ кгс/см², где P – общее давление газовой среды; C – содержание

коррозионноагрессивного компонента в газе в % объема; температуры всасывания T_v и нагнетания T_n ; % влажности, а также механическими свойствами материалов: предел прочности σ_b , предел текучести $\sigma_{0,2}$, относительное удлинение δ , относительное сужение (ψ), ударная вязкость – KGU , предел выносливости материала σ_{-1} .

Определение материального исполнения основных элементов компрессоров, сжимающих обычные некоррозионноагрессивные среды (газы) осуществляются, в основном,

исходя из необходимости обеспечения механических свойств металлов и сплавов, а для сред, содержащих в своем составе коррозионноагрессивные компоненты, принимается во внимание коррозионная стойкость применяемых материалов [1].

Коррозионная стойкость материалов оценивается по ГОСТ 13819-68 (таблица).

Таблица. Коррозионная стойкость материалов по ГОСТ 13819-68

Группа стойкости	Скорость коррозии в мм/год	Балл
1. Совершенно стойкие	менее 0,001	1
2. Весьма стойкие	свыше 0,001 до 0,005	2
	свыше 0,005 до 0,01	3
3. Стойкие	свыше 0,01 до 0,05	4
	свыше 0,05 до 0,10	5
4. Пониженно-стойкие	свыше 0,1 до 0,5	6
	свыше 0,5 до 1,0	7
5. Малостойкие	свыше 1,0 до 5,0	8
	свыше 5,0 до 10,0	9
6. Нестойкие	более 10,0	10

На стадии проектирования и изготовления компрессорных машин в основном следует руководствоваться группами 3 и 4.

Основные коррозионноагрессивные среды. Наиболее влияющими на коррозионную стойкость материалов являются коррозионноагрессивные среды:

- сероводород (H_2S);
- углекислый газ (CO_2);
- нитрозные газы;
- влажный газообразный хлор (Cl) и его соединения.

Имеется в виду влажная сжимаемая среда, так как сухие газы не являются коррозионноагрессивными средами.

Рабочие вещества с содержанием H_2S и CO_2 . Эта компоненты наиболее опасны для металлов с точки зрения коррозионного растрескивания (КР) и межкристаллитной коррозии (МКК).

КР – это разрушение металла при одновременном воздействии коррозионной среды и статистических растягивающих напряжений.

Необходимо стремиться к сведению к минимуму остаточных растягивающих внутренних напряжений или их равномерному распределению по сечениям деталей.

Это можно достичь термической обработкой – искусственным старением либо старением естественным.

Коррозионную активность среды можно снизить применением коррозионностойких металлов и сплавов, с высоким содержанием хрома.

Для сведения к минимуму остаточных внутренних напряжений в металле твердость последнего не должна превышать 22HRC.

Согласно нормам стандарта API 617 все детали компрессоров должны отвечать этому требованию, если в сжимаемом газе содержатся даже следы сероводорода.

Стали углеродистые, низколегированные не рекомендуется применять при пределе текучести $\sigma_{0,2}$ выше 620 МПа и твердости выше 22 HRC [2].

Если необходимо обеспечить механические свойства выше этих показателей, то материал подвергается дополнительным испытаниям на склонность к сероводородному растрескиванию.

МКК – коррозия в тонком пограничном слое между кристаллами металла, снижающая металлическую связь между зернами, что приводит к падению прочности и пластичности.

Коррозионную стойкость при этом в этих сталях в основном обеспечивает хром, и при его содержании менее 11% коррозионная стойкость сталей снижается.

Следует помнить, что скорость коррозии в основном определяется парциальным давлением кислого газа, его влажностью и температурой.

С увеличением парциального давления (P_k , кгс/см²) коррозионноагрессивного компонента газа и температуры скорость коррозии сталей возрастает.

Даже небольшие концентрации сероводорода при его парциальном давлении, составляющем более 0,0003 МПа, вызывают коррозионное растрескивание сталей.

По величине парциального давления сероводорода различают три категории газа [3]:

1. $P_{H_2S} = 0,003-0,1$ кгс/см² – низкосернистый газ;
2. $P_{H_2S} = 0,1-4$ кгс/см² – среднесернистый газ;
3. $P_{H_2S} > 4,0$ кгс/см² – высокосернистый газ.

Как было сказано выше, на склонность металла к сероводородному растрескиванию значительно влияет его напряженное состояние.

Если рабочая нагрузка достигает или превышает критическое напряжение ($\sigma_{кр}$), задаваемое в долях от предела текучести ($\sigma_{0,2}$) материала, то сталь становится склонной к КР под напряжением.

Критическое напряжение ($\sigma_{кр}$) при контакте деталей с влажным сероводородом должно находиться в пределах (0,4–0,7) $\sigma_{0,2}$ в зависимости от категории газа. Чем выше P_{H_2S} , тем меньшее значение принимается для $\sigma_{кр}$.

В среднем для расчетов принимается $\sigma_{кр} = 0,5 \sigma_{0,2}$.

Увеличение парциального давления и температуры в более существенной степени вызывает опасность углекислотной коррозии по сравнению с сероводородной коррозией. Это обусловлено образованием на металле под действием сероводорода пленки продуктов коррозии.

В случае наличия в сжимаемом веществе хлоридов, даже высоколегированные стали при температуре более 80°C могут подвергаться хлоридному растрескиванию, питтинговой и щелевой коррозии.

При совместном воздействии сероводорода и хлоридов процесс КР может значительно ускоряться. В наибольшей степени КР подвержены тяжелонагруженные узлы и детали компрессоров.

КР также способствует наличие концентратов напряжений. Снижение показателя кислотности среды повышает коррозионную агрессивность среды и вероятность коррозионного растрескивания металлов и сплавов.

Для предотвращения межкристаллитной коррозии рекомендуются:

- применение сталей с меньшим содержанием углерода;
- применение сталей с карбидообразующими элементами, например, титан, ниобий, которые связывают углерод в карбиды TiC, NbC.

Также целесообразно производство термической обработки с переводом хрома и углерода в твердый раствор.

1. Рабочее вещество – нитрозные газы. Под действием влажных нитрозных газов металл разрушается вследствие межкристаллитной коррозии и сплошной коррозии.

Это обусловлено воздействием паров азотной кислоты, образовавшейся из-за поглощения окислов азота.

Углеродистые стали и обычные чугуны сильно корродируют во влажных окислах азота, поэтому для изготовления ответственных деталей и узлов компрессоров они не применяются.

Следует применять коррозионностойкие хромоникелевые стали, а также чугуны с содержанием хрома более 13% и кремнистые чугуны с содержанием кремния от 5 до 15% [4, 5].

2. Рабочее вещество – хлористый метил. При содержании в хлористом метиле более 0,03% влаги появляются следы коррозии, а при 0,05% наступает сильная коррозия углеродистой стали.

Образование в рабочем веществе паров соляной кислоты и ионов хлора приводит к поражениям металла в виде язв, точечной коррозии, сильно углубленных в толщину металла [6, 7].

3. Рабочее вещество – влажный газообразный кислород. При определении материального исполнения кислородных компрессоров необходимо принимать во внимание недопустимость искрообразования при контакте деталей компрессоров динамического действия, которое может привести к возгоранию металлов.

Исключается применение минерального масла, чтобы предотвратить возгорание его паров в среде кислорода с образованием взрывоопасной смеси.

Материалы для изготовления кислородных компрессоров определяются по результатам их натурных испытаний в условиях, наиболее приближенных к реальным.

4. Рабочее вещество – влажный газообразный хлор. Хлор – химически активен, взаимодействует со всеми металлами с образованием водорастворимых хлоридов.

В присутствии воды (влаги) хлор гидролизуется с образованием паров соляной кислоты.

Многие металлы и сплавы во влажном хлоре подвергаются точечной и язвенной коррозии, а титан проявляет склонность к щелевой коррозии.

Углеродистые стали при влажности хлора 0,02%–0,03% и нормальных условиях корродируют со скоростью 0,27 мм/год.

При влажности хлора 0,08% и при температуре около 20°C имеется заметная коррозия алюминия. При температуре 120°C в сухом хлоре алюминий воспламеняется.

В хлоре, содержащем пары воды, углеродистые стали и чугуны сильно разрушаются, особенно при температуре ниже точки росы.

Коррозия титана во влажном газообразном хлоре при $t \leq 100^\circ\text{C}$ развивается со скоростью 0,0025 мм/год. При этом сухой газообразный хлор может вызвать его воспламенение.

Углеродистые стали – коррозионностойки в сухом хлоре до температуры 150°C, при температуре около 250°C могут воспламеняться.

Нержавеющие стали X18H10T, X17H13M2T практически не взаимодействуют с сухим газообразным хлором до 300°C, а свыше 550°C – могут воспламеняться.

Наиболее приемлемыми сплавами в среде влажного хлора от 0,0007% до 0,04% влажности, при температуре среды до 300°C, являются сплавы на никелевой основе, с содержанием никеля более 70%.

Однако в связи с тем, что из указанных сплавов крупногабаритные технологические сортаменты заготовок для изготовления тяжело нагруженных деталей не производятся, а указанные сплавы не обеспечивают требуемых механических свойств основных деталей и узлов, а также отсутствует промышленный опыт применения вышеуказанных сплавов для их изготовления, вышеуказанные сплавы в компрессоростроении не применяются.

Целесообразнее изготовление деталей роторов из углеродистых сталей последующим химическим никелированием.

Таким образом, вопросы изготовления узлов и деталей компрессорных машин требует индивидуального подхода для каждого конкретного рабочего вещества (или ряда веществ) сжимаемых компрессором.

Литература

1. Галиахметов И.Г. Конструкционные материалы центробежных и винтовых компрессоров промышленного применения. – Казань: Фен, 2004. – 80 с.
2. Технический отчет по теме «Разработка материального оформления центробежной компрессорной установки в коррозионностойком исполнении для компримирования попутного газа». – М. ВНИИнефтемаш, 1988. – 74 с.

3. Технический отчет по теме «Исследование коррозионной стойкости и стабильности механических свойств материала газовых винтовых компрессорных машин, эксплуатируемых в сероводородосодержащих средах». – М. ВНИИгаз, 1980. – 23 с.
4. Коррозия и защита химической аппаратуры / Под ред. А.М. Сухотина и В.М. Беренблит. Справочное руководство. – Т. 8. Азотная промышленность. – Изд-во: «Химия», Ленинградское отделение, 1972. – 317 с.
5. Технический отчет по теме «Изучение, анализ материального исполнения импортного компрессора нитрозных газов производства адипиновой кислоты, ПО «Азот» г. Ровно. Выдача рекомендаций». – Казань: АО «НИИтурбокомпрессор», 1992. – 86 с.
6. Коррозия и защита химической аппаратуры / Под ред. А.М. Сухотина. Справочное руководство. – Т. 5. Промышленность синтетического каучука. – Изд-во: «Химия», Ленинградское отделение, 1971. – 361 с.
7. Технический отчет по теме «Выбор конструкционных и уплотнительных материалов для центробежного компрессора сжатия возвратных продуктов производства бутилкаучука на ПО «Нижекамскнефтехим». – Ярославль, НИИМСК, 1988. – 36 с.

**Журавлева Надежда Игоревна**

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, группа № Т4200
Направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств
e-mail: zhuravleva__nadya@mail.ru

**Иванов Владимир Леонидович**

Год рождения: 1953

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, к.т.н., ст.н.с.
e-mail: aiapp@mail.ru

**Поляков Руслан Иванович**

Год рождения: 1970

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, к.т.н., доцент
e-mail: rpolyakov@mail.ru

УДК 697.911

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ
В ЗАМКНУТЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВАХ****Журавлева Н.И., Иванов В.Л., Поляков Р.И.****Научные руководители: к.т.н., ст.н.с. Иванов В.Л.; к.т.н., доцент Поляков Р.И.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

Современные предприятия, выпускающие высокотехнологичную продукцию, все более осознанно переходят на новые стандарты обеспечения чистоты, культуры и гигиены на производстве. Чистые технологии представляют широкий спектр продуктов защитного лабораторного оборудования: химические вытяжные шкафы, ламинарные укрытия и боксы микробиологической безопасности. В работе рассмотрен перспективный подход к разработке боксов микробиологической безопасности при помощи технологий компьютерного моделирования.

Ключевые слова: разработка, компьютерное моделирование, лабораторное оборудование, бокс микробиологической безопасности, воздушный поток.

Лабораторная безопасность представлена широким спектром защитного лабораторного оборудования, которое может быть разделено на три основные группы: химические вытяжные шкафы; ламинарные укрытия и боксы микробиологической безопасности (БМБ). К конструктивным и эксплуатационным характеристикам БМБ предъявляются достаточно жесткие требования [1]. В работе рассмотрена методика расчета движения воздушного потока в замкнутом технологическом пространстве (рабочем объеме) БМБ с целью визуализации основных контролируемых параметров внутренних воздушных потоков с помощью компьютерного моделирования.

Компьютерное моделирование нашло свое применение в различных областях промышленности, потому что оно, по сравнению с традиционным подходом к созданию новых образцов технических изделий, предоставляет возможность сравнительно быстрого и недорогого получения достоверных данных о различных параметрах создаваемого оборудования, представления их в различной графической и численной форме, включая визуализацию динамических процессов. Проведение экспериментов с компьютерной моделью позволяет учесть все многообразие влияющих факторов на начальных стадиях проектирования, визуализировать аэродинамическую картину внутри бокса микробиологической безопасности и произвести оценку, как влияет изменение положения фильтров, оборудования на потоки воздуха и концентрацию частиц в боксе [2]. Разработка БМБ с помощью компьютерного моделирования может быть разделена на несколько этапов, каждый этап носит итерационный характер. Первым этапом является создание исходной (базовой) модели БМБ, которая представляет конструкцию бокса без дополнительного внутреннего оборудования, дальнейшая корректировка модели, получение оптимальной конструкции бокса; второй этап – добавление лампы I в БМБ, третий этап – добавление лампы II (рис. 1). На каждом этапе параметры воздушного потока внутри БМБ должны удовлетворять требуемым [3].

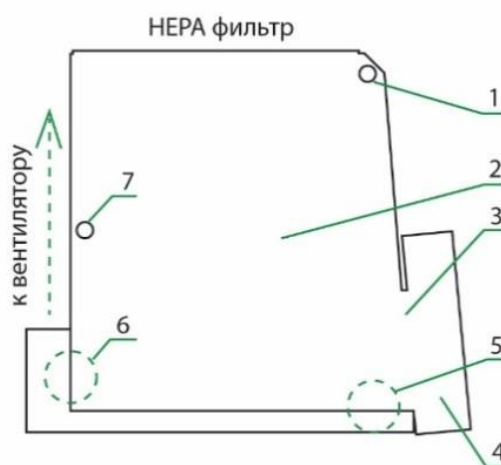


Рис. 1. Модель бокса микробиологической безопасности: 1 – лампа I; 2 – рабочая зона; 3 – рабочий проем; 4 – окружающая среда; 5, 6 – вытяжные отверстия; 7 – лампа II

Первый этап разработки БМБ может быть подразделен на два подэтапа: разработка базовой модели, корректировка модели для создания оптимальной конструкции бокса. На

рис. 1 представлена картина течения воздушного потока в базовой модели бокса. Направление потока воздуха не удовлетворяет требуемому, так как есть недопустимый выброс в окружающую среду через рабочий проем, а также присутствуют завихрения в корпусе БМБ (рис. 2, а). При этом скорость потока воздуха соответствует требуемой [3].

После оценки базовой модели БМБ принято решение внести корректировки в конструкцию бокса: изменены геометрические параметры конструкции и конфигурация вытяжной перфорации. В результате моделирования движения воздушного потока в измененной конструкции бокса были выявлены завихрения вдоль внутреннего сопряжения передней и верхней панелей конструкции (рис. 2, б, верхний правый угол сечения). Средняя скорость нисходящего воздушного потока удовлетворяет требуемой [3].

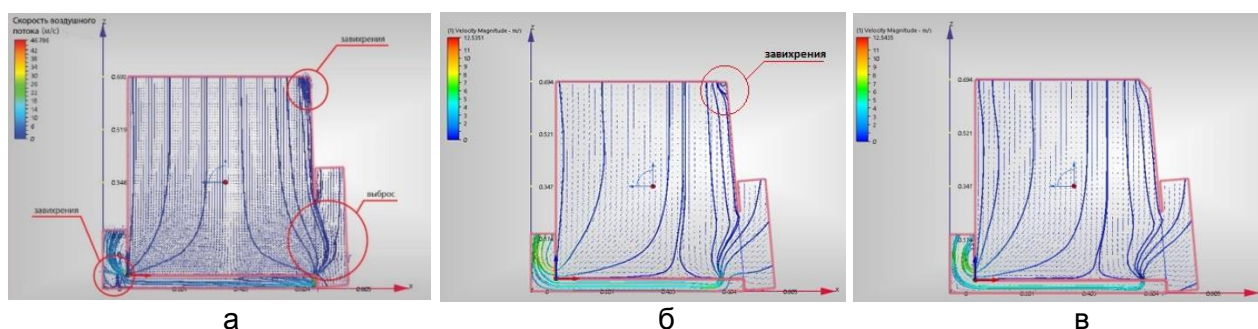


Рис. 2. Визуализация направления воздушного потока в центральном поперечном сечении в базовой (а); обычной (б) и оптимальной (в) модели БМБ

Так как воздушный поток имеет завихрения вдоль внутреннего сопряжения передней и верхней панелей, в этом месте конструкция бокса была изменена для исключения недостатка (рис. 2, в). Средняя скорость нисходящего воздушного потока удовлетворяет требуемой [3].

Результатом исследования и анализа параметров движения воздушного потока в замкнутом технологическом пространстве бокса микробиологической безопасности II класса является решение считать разработанную конструкцию бокса оптимальной. Конструкция бокса разработана в соответствии с требованиями ГОСТ Р ЕН 12469-2010 [3]. Бокс имеет рабочую камеру необходимых размеров. Наклон передней панели улучшает обзор рабочей камеры и увеличивает полезную площадь столешницы. Конфигурация конструктивных элементов при помощи компьютерного моделирования выбрана так, что вносит пренебрежимо малые искажения в направление воздушного потока и его скорость. Рабочий проем удовлетворяет требуемому, признан удобным для работы оператора. Применение компьютерного моделирования в промышленной отрасли позволило разработать оптимальную конструкцию бокса микробиологической безопасности II класса в рамках научно-исследовательской работы. На данном этапе разработана конструкция бокса, однако важно исследовать, как поведет себя воздушный поток при наличии оборудования в боксе, при внесении в бокс объекта, при проведении манипуляций в рабочем пространстве бокса.

Литература

1. Журавлева Н.И., Иванов В.Л., Поляков Р.И. Компьютерное моделирование замкнутых технологических пространств с целью визуализации параметров внутренних воздушных потоков // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 2. – С. 137–140.
2. Федотов А.Е. Чистые помещения. – М.: АСИНКОМ, 2015. – 512 с.
3. ГОСТ Р ЕН 12469-2010. Биотехнология. Технические требования к боксам микробиологической безопасности. – Введен 29.12.2010. – М.: Стандартинформ, 2011. – 31 с.



Завьялова Виктория Витальевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: ilka94@rambler.ru



Динкелакер Наталья Владимировна

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
ст. преподаватель
e-mail: nvdinkelaker@mail.ru

УДК 504

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕИЗБЕЖНОГО ВРЕДА ЖИВОТНОМУ
МИРУ ПРИ РАСШИРЕНИИ ПОРТА БРОНКА ЗА СЧЕТ ТЕРРИТОРИИ ЗАКАЗНИКА
«ЮЖНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ НЕВСКОЙ ГУБЫ»**

Завьялова В.В., Динкелакер Н.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Петрова О.В.

Оценка современного негативного воздействия промышленных объектов Невской губы на заказник является сложной задачей, что связано как с многокомпонентностью природной среды, разнообразием воздействий, так и с состоянием экосистем, которые испытывают выраженное негативное воздействие различной силы с 70-х годов XX века. В связи с этим оценка современных негативных воздействий оказывается сложной задачей и требует учета того, что экосистемы Невской губы нарушены и находятся в состоянии либо деградации, либо восстановительной динамики.

Ключевые слова: «Южное побережье Невской губы», заказник, кластерный участок «Кронштадтская колония», орнитофауна, особо охраняемые природные территории, порт «Бронка».

Начиная с 70-х гг. XX века выделяют следующие основные источники возникновения негативных факторов: дноуглубление в «Южном побережье Невской губы» (НГ); строительство дамбы, ее консервации, возобновление строительства; намывные и дноуглубительные работы в эустарии Невы и НГ; строительство порта «Бронка»; общее ухудшение качества воды НГ под воздействием загрязненных вод Санкт-Петербурга и замедлением водообмена с основной частью Финского залива из-за комплекса защитных сооружений (КЗС). Такие множественные сложные по временной динамике, виду воздействия и интенсивности воздействия уже вызвали значительные изменения в экосистемах НГ, значительный накопленный ущерб по многим компонентам экосистем. В связи с этим очень сложно оценить неизбежный вред по всем компонентам окружающей среды, поэтому для оценки воздействия на заказник целесообразно исследовать воздействие наиболее выраженных негативных воздействий промышленных объектов на объекты охраны заказника. Ключевым объектом охраны заказника является охрана миграционного и гнездового скопления орнитофауны, в основном сосредоточенного на акватории, примыкающей к заказнику, но не входящей в

него. Место концентрирования птиц расположено на акватории, примыкающей к кластеру «Кронколония» [1].

В настоящей работе оценка воздействия промышленных объектов НГ на заказник проводилась на примере наиболее опасного воздействия промышленных объектов на заказник – расширению порта «Бронка» – на ключевой компонент заказника – орнитофауну.

Сложность определения ущерба орнитофауне на данной территории связана с рядом причин:

1. в границы заказника входит только территория суши, а основной объект охраны – место стоянки и гнездования морских и околотовных птиц только расположен на примыкающей акватории и не входит в границы особо охраняемых природных территорий (ООПТ);
2. в настоящее время данная экосистема уже испытала значительные негативные воздействия, последним и наиболее мощным из которых было строительство порта «Бронка», и находится в начальной стадии адаптации к этому воздействию, поэтому численные показатели орнитофауны снижены в десятки раз по сравнению с ситуацией до строительства порта. Возможности восстановления численности орнитофауны прогнозировать пока невозможно, но тенденция к восстановлению средообразующего компонента возможна при условии отсутствия новых значимых негативных воздействий;
3. предполагаемое в настоящее время расширение порта «Бронка» за счет использования западных участков кластера окажет непоправимое негативное воздействие на комплекс орнитофауны, не восстановившийся после предыдущего негативного воздействия (строительства порта «Бронка»), и приведет к необратимой утрате данной КОТР;
4. разнообразие экологических групп птиц данной территории, различающихся по характеру местообитаний (морские, околотовные, прибрежные, лесные, луговые экосистемы) накладывается на различный характер пребывания отдельных видов на территории (гнездящиеся, мигрирующие и кочующие виды, виды, присутствующие без размножения). Часть мигрирующих видов использует территорию для стоянок в связи с наличием сплавин и водной растительности на акватории, что в данном случае требует рассмотрения этих ландшафтных структур, как постоянно используемых местообитаний, в соответствии с методиками расчета ущерба животному миру (ЖМ) [2] и охотничьим ресурсам [3];
5. среди видов птиц, использующих данную территорию, представлены группы, для которых расчет ущерба производится по разным методикам и с использованием различных коэффициентов:
 - охотничьи ресурсы;
 - охотничьи ресурсы, занесенные в Красную книгу Санкт-Петербурга;
 - объекты ЖМ, не отнесенные к охотничьим ресурсам и не занесенные в Красные книги;
 - объекты ЖМ, занесенные в Красную книгу РФ.

Расчет производится на основе прогноза негативного влияния на птиц от расширения порта «Бронка» с предполагаемой антропогенной трансформацией участка побережья, до настоящего времени входящего в состав Кластера «Кронштадтская колония» заказника «Южное побережье Невской Губы». Материалы по количеству птиц взяты из общедоступных научных источников [4].

Показано, что суммарный ущерб орнитофауне при реализации проекта расширения порта «Бронка» за счет использования территории западной части кластера «Кронштадтская колония» заказника «Южное побережье Невской губы» составит 627516,222 тыс. руб. (табл. 1).

Таблица 1. Суммарный ущерб орнитофауне, если ущерб происходит без учета птиц и гнезд, находящихся на примыкающей к Кластеру Заказника акватории, как объектов ООПТ

Группы птиц	Вред среде обитания, % от суммарного
охотничьи ресурсы, мигрирующие	52
охотничьи ресурсы, гнездящиеся	2
виды, не отнесенные к объектам охоты, мигрирующие	41
виды, не отнесенные к объектам охоты, гнездящиеся	5

Вред, причиняемый ожидаемым прямым или опосредованным уничтожением постоянных местообитаний птиц (гнезд) составляет 12527,1 тыс. руб., из которых 89% относятся к видам, не являющимся объектами охоты (табл. 2).

Таблица 2. Вред, причиняемый ожидаемым прямым или опосредованным уничтожением постоянных местообитаний птиц

Группы птиц	Ущерб постоянным местообитаниям, % от суммарного
охотничьи ресурсы	11
виды, не отнесенные к объектам охоты	89
Всего:	100

Подводя итог, определен суммарный вред, который будет причинен среде обитания и постоянным местообитаниям орнитофауны в случае расширения порта «Бронка», составит 627516,222 тыс. руб., из которых более половины относится к мигрирующим видам охотничьих ресурсов. Вред мигрирующим видам составит более 90% от общего вреда, т.е. будет нанесен значительный ущерб Беломоро-Балтийскому перелетному пути (табл. 1). Дальнейшее развитие промышленного объекта, перегрузочного многофункционального порта «Бронка» может привести к полному уничтожению данной территории как миграционной стоянки.

Литература

1. Исследование кластера «Кронштадтская колония» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://earthexplorer.usgs.gov>, своб.
2. Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного объектам животного мира, занесенным в Красную книгу Российской Федерации, а также иным объектам животного мира, не относящимся к объектам охоты и рыболовства и среде их обитания: приказ МПР РФ № 107 от 28 апреля 2008 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12161284/>, своб.
3. Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам: приказ Минприроды России от 08.12.2011 № 948 (ред. от 22.07.2013) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70032926/>, своб.
4. Носков Г.А. Красная книга природы Санкт-Петербурга. – СПб.: Профессионал, 2004. – С. 19–58.

**Ивкина Александра Павловна**

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, группа № Т4235

Направление подготовки: 15.04.02 – Технологические машины и оборудование

e-mail: pantera_993@mail.ru

**Демидов Сергей Федорович**

Год рождения: 1954

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, к.т.н., ст.н.с.

e-mail: demidovserg@mail.ru

УДК 633.854.78

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ЦВЕТНОЙ КАПУСТЫ ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В ОСЦИЛЛИРУЮЩЕМ РЕЖИМЕ**Ивкина А.П.****Научный руководитель – к.т.н., ст.н.с. Демидов С.Ф.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615873 «Инновационные ресурсосберегающие технологии биоконверсии пищевого сырья, консервирования и хранения комбинированных пищевых систем».

Проведено исследование процесса сушки измельченной цветной капусты инфракрасным излучением в осциллирующем режиме при плотностях теплового потока 3,55 и 3,9 кВт/м² высоте слоя 10 мм и эквивалентом диаметре 1 и 2 мм измельченной крошки. Результаты данных исследования будут учтены при конструировании и изготовлении опытного образца инфракрасной установки промышленного типа.

Ключевые слова: исследование, инфракрасное излучение, влагосодержание, капуста, сушка, плотность теплового потока.

Цветная капуста – достаточно популярный овощ. Блюда из цветной капусты часто появляются на нашем столе. Мы такую капусту маринуем, тушим, обжариваем, добавляем в рагу, в супы, готовим пюре. В сезон хозяйки активно запасают цветную капусту на зиму в виде различных заготовок: замораживают, маринуют, консервируют. Оказывается, цветную капусту, как и обычную, можно без проблем высушить. При сушке капуста теряет влагу и из 1 килограмма свежей цветной капусты у вас получится приблизительно 150 грамм сухой капусты. Это очень удобно, так как сушеная капуста занимает мало места, не портится, и ее удобно хранить. В промышленном масштабе сушеная цветная капуста находит в виде высококачественного с высоким содержанием питательных веществ порошка. Такой сухой продукт можно реализовать в регионах Крайнего Севера нашей страны, в армии, в местах, где нет возможности хранения большого количества растительного сырья в исходном виде.

Актуальным направлением растениеводческой перерабатывающей промышленности является усовершенствование методов сушки растительной продукции с высоким качеством готового сырья и сохранения питательных веществ, содержащихся в первоначальном материале.

Сушка растительной продукции – это продолжительный и достаточно энергоемкий процесс. Главным требованием к процессам сушки растительного сырья является установление пределов по температуре теплоносителей. Воздействие высокотемпературных режимов сушки приводят к тому что происходит денатурация белков, распад липидов, к

снижению витаминов и комплекса активных биологических веществ, к изменению цвета, запаха и вкуса, присущих для свежего растительного продукта.

Критерием термоустойчивости растениеводческой продукции принято считать предельно возможную температуру нагрева продукта в процессе сушки. Из литературных источников [1, 2] известно что при конвективной сушке температура предмета сушки не должна превышать 60°C , а температура движущей среды теплопереноса с учетом тепловых потерь не больше $70\text{--}80^{\circ}\text{C}$.

Нужно учесть не только предельно возможную температуру продукта, но и скорость его нагрева до необходимой температуры, время выдержки продукта при этой температуре. Скорость нагрева и обезвоживания сырья при имеющемся многообразии технологий сушки зависит от теплофизических, массообменных параметров продуктов, а также от движущей силы процесса. Движущей силой влагопереноса могут стать концентрационные градиенты влаги, температуры, избыточного гидростатического давления, всецелого давления внутри тела и другие. Процесс сушки может быть интенсифицирован благодаря повышению кинетических коэффициентов и количества движущих сил.

Одним из методов интенсификации процесса сушки растительного продукта является использование инфракрасного излучения заданной длины волны, позволяющего не допустить возможность перегрева сырья, и осуществлять процесс сушки в более «мягком» температурном режиме, который позволит, обеспечить сохранение всех природных свойств и качества продукта. Это совершается из-за понижения температуры испарения влаги при инфракрасном (ИК) излучении.

Процесс сушки измельченной цветной капусты ИК-излучением можно провести как в непрерывном, так и дискретном режиме энергоподвода. При непрерывном энергоподводе ИК-излучатель постоянно включен на протяжении всего времени сушки. При дискретном энергоподводе идет черед включения и отключения нагревательного элемента, можно регулировать среднее значение мощности ИК-нагревателя и распоряжаться процессом в зависимости от необходимых критериев и закономерностей тепломассопереноса. В данной работе использован режим постоянно включенного ИК-излучателя.

Целью работы являлось экспериментальное исследование процесса сушки измельченной цветной капусты ИК-излучением в осциллирующем режиме.

Для исследования процесса сушки измельченной цветной капусты был использован экспериментальный стенд, состоящий из: сушильной камеры, в которой установлены два линейных кварцевых ИК-излучателя с отражателями, расположенными сверху и снизу относительно слоя продукт; сетчатого поддона; измерителя температуры ИТ-2 в комплекте с преобразователями плотности теплового потока и термопары; компьютера для вывода результатов; осевого вентилятора ВН-2МіРОО для обдува слоя измельченной цветной капусты; аналитических весов GF-600, для измерения начальной и конечной влажности использовался влагомер ЭЛВИЗ-2 [3].

Проведены экспериментальные исследования процесса сушки слоя предварительно измельченной цветной капусты в виде мелких крупниц с эквивалентным диаметром 1 и 2 мм и начальным влагосодержанием 773 кг/кг . Слой толщиной 10 мм однородно распределили на сетки поддона из нержавеющей стали в сушильной камере, и при задаваемых нами параметрах, слой цветной капусты подвергался ИК-обработке с двух сторон. Длительность процесса ИК сушки выделенной длиной волны при плотности теплового потока $3,55, 3,9\text{ кВт/м}^2$ устанавливается временем достижения необходимого влагосодержания продукта $13\text{--}14\text{ кг/кг}$, а также температуры в центре слоя и в верхней части слоя цветной капусты $55\text{--}57^{\circ}\text{C}$. В результате выполненных нами опытных исследований было установлено, что процесс сушки мелко нарезанной цветной капусты толщиной слоя 10 мм до среднего влагосодержания $\bar{U}=13,5\text{ кг/кг}$ оканчивается при достижении температуры на поверхности слоя продукта $57\text{--}58^{\circ}\text{C}$.

На рисунке представлены графики зависимости среднего влагосодержания измельченной цветной капусты высотой слоя 10 мм и эквивалентным диаметром крошки 1–2 мм от времени сушки в осциллирующем режиме.

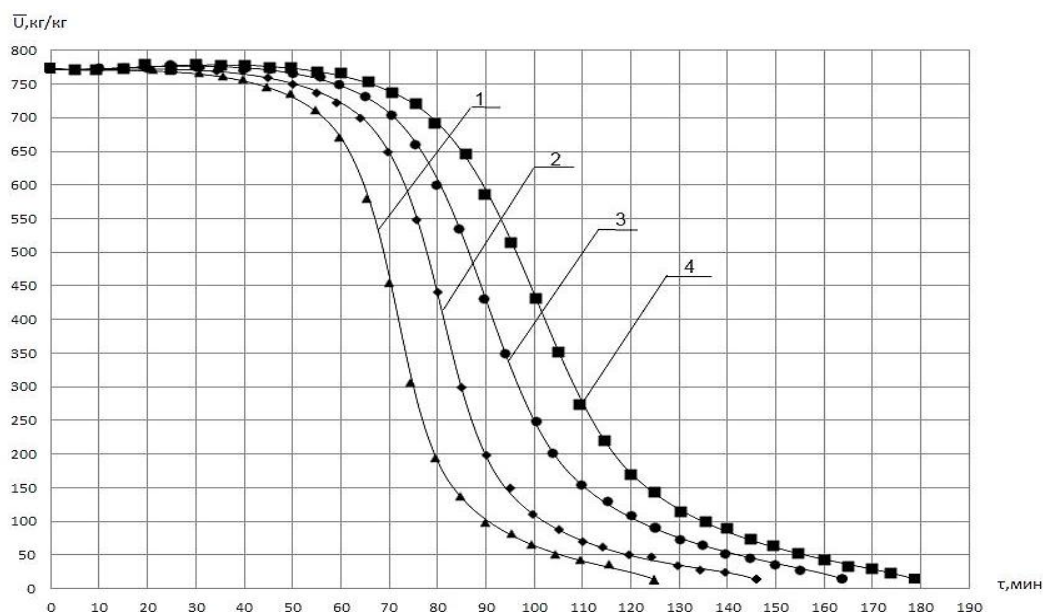


Рисунок. График процесса сушки измельченной цветной капусты инфракрасным излучением в осциллирующем режиме с высотой слоя 10 мм и эквивалентным диаметром 1 мм (кривая 1) и 2 мм (кривая 2) при плотности теплового потока $3,9 \text{ кВт/м}^2$, эквивалентным диаметром 1 мм (кривая 3) и 2 мм (кривая 4) при плотности теплового потока $3,55 \text{ кВт/м}^2$ и скорости воздуха обдува 0, 25–0,35 м/с

Нагрев продукта ИК-излучателями совершается непрерывно в течение всего процесса сушки. Высота слоев обрабатываемого материала составила 10 мм, а эквивалентный размер крошки 1–2 мм. Тепловой поток ИКИ – $3,55\text{--}3,9 \text{ кВт/м}^2$. Когда температура на поверхности слоя измельченной цветной капусты достигает значений $54\text{--}55^\circ\text{C}$ включается вентилятор на 20 с для продува слоя исследуемого сырья, скорость воздуха 0,35 м/с, продукт успевает остыть до температуры $42\text{--}43^\circ\text{C}$.

Обработка данных исследований показала, что процесс сушки измельченной цветной капусты в осциллирующем режиме при заданных авторами условиях протекает быстрее, чем в штатном режиме, на 33–45 мин при высоте слоя 10 мм, эквивалентным диаметром 1 мм и 2 мм и плотности теплового потока $3,9 \text{ кВт/м}^2$, и на 26–30 мин при высоте слоя 10 мм, эквивалентным диаметром 1 мм и 2 мм и плотности теплового потока $3,55 \text{ кВт/м}^2$ [4, 5].

Литература

1. Ильясов С.Г., Красников В.В. Методы определения оптических и терморadiационных характеристик пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 175 с.
2. Демидов С.Ф., Демидов А.С., Беляева С.С. и др. Источники инфракрасного излучения с электроподводом для термообработки пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/istochniki-infrakrasnogo-izlucheniya-s-energopodvodom-dlya-termoobrabotki-pischevyh-produktov>, своб.
3. Демидов С.Ф., Москвичева Е.В., Новоселов А.Г., Ивкина А.П. Кинетика инфракрасной сушки шинкованной капусты // VII Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». – 2015. – № 2. – С. 40–42.
4. Демидов С.Ф., Пелевина Л.Ф., Ивкина А.П. Некоторые кинетические закономерности процесса сушки измельченной цветной капусты инфракрасным излучением // Новое слово в науке: перспективы развития. – 2016. – № 2(8). – С. 111–113.
5. Ивкина А.П., Демидов С.Ф., Пелевина Л.Ф., Нестеренко Е.А. Инфракрасная сушка измельченной цветной капусты // Приоритетные направления развития науки и образования: материалы XI Международной научно-практической конференции. – 2016. – Т. 1. – № 4(11). – С. 263–268.



Касымбекова Куралай Байтемиркызы

Год рождения: 1995

Физико-технический факультет, кафедра нанوفотоники
и метаматериалов, группа № V4147

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: kura.95_kz@mail.ru



Кыздарбекова Айдана Садвакасовна

Год рождения: 1992

Физико-технический факультет, кафедра нанوفотоники
и метаматериалов, группа № V4147

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: dok_k-shu@mail.ru



Дутбайева Дана Муратбековна

Год рождения: 1994

Физико-технический факультет, кафедра нанوفотоники
и метаматериалов, группа № V4147

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: dreamy_dana@mail.ru



Евстрапов Анатолий Александрович

Год рождения: 1957

Физико-технический факультет, кафедра нанوفотоники
и метаматериалов, д.т.н., профессор

e-mail: an_evs@mail.ru



Посмитная Яна Станиславовна

Год рождения: 1990

Факультет физико-технический, кафедра нанوفотоники
и метаматериалов, ассистент

e-mail: arabica_sampo@bk.ru

УДК 57.088; 572.2

ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ АМПЛИФИКАЦИЯ, ОСОБЕННОСТИ МЕТОДА

Касымбекова К.Б., Кыздарбекова А.С., Дутбайева Д.М.

Научные руководители: д.т.н., профессор Евстрапов А.А.; ассистент Посмитная Я.С.

В обзоре рассмотрены методы изотермической амплификации нуклеиновых кислот, их особенности, преимущества по сравнению с методом полимеразной цепной реакции, а также области применения.

Ключевые слова: полимеразная цепная реакция, изотермическая амплификация, LAMP, миниатюризация.

Введение. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) – экспериментальный метод молекулярной биологии, позволяющий добиться значительного увеличения малых концентраций определенных фрагментов нуклеиновой кислоты (ДНК) в биологическом материале (пробе). Преимуществами ПЦР являются высокая чувствительность, специфичность и малое время анализа по сравнению с культуральным методом. Тем не менее, у метода ПЦР есть и существенные недостатки, такие как дорогостоящее оборудование для амплификации, довольно сложные методы обнаружения и анализа результатов, высокая стоимость наборов реагентов, необходимость сложной пробоподготовки [1].

Изотермическая амплификация появилась как инновационная техника, представляющая собой альтернативный метод диагностики инфекционных заболеваний. Метод чувствителен, специфичен, быстр, не требует дорогостоящего оборудования и сложного анализа. Впервые LAMP разработан в 1998 г. компанией Eiken Chemical Company (Япония). Амплификацию проводят с помощью четырех–шести специально подобранных праймеров для распознавания от шести до восьми специфичных последовательностей гена, используя полимеразу Bst. Ключевыми отличиями LAMP от ПЦР являются:

1. изотермическая амплификация при 60–65°C;
2. более высокая специфичность амплификации благодаря наличию нескольких праймеров, что уменьшает вероятность перекрестного взаимодействия при контаминации чужеродной ДНК;
3. визуализация продуктов реакции не требует агарозного электрофореза, так как побочным продуктом реакции является пирофосфатмагний, вызывающий мутность раствора, видимую невооруженным глазом [2].

Преимущества методики:

- быстрый протокол;
- минимальное количество требуемого оборудования;
- надежное проведение реакции в присутствии ингибиторов реакции;
- простая оптическая детекция прохождения реакции.

Виды изотермической амплификации ДНК:

- хеликазо-зависимая амплификация (HAD, SIAC);
- амплификация по принципу «катящегося кольца» (Rolling circle amplification, RCA);
- гибридационная амплификация;
- амплификация с замещением цепи (SDA);
- Nuclease (эндонуклеазно-полимеразная реакция);
- петлевая амплификация (LAMP).

ДНК-полимераза Bst 3.0. Bst 3.0 – это последняя новинка для проведения изотермической амплификации измененного *in silico* гомолог большого фрагмента ДНК-полимеразы I, выделенной из *Bacillus stearothermophilis*, который был изменен для улучшения качества при проведении реакции изотермической амплификации [3, 4].

Рассмотрим подробнее некоторые из методик, в частности, методики LAMP&RT-LAMP (Loop-mediated isothermal amplification) и SDA (Strand Displacement Amplification).

- LAMP&RT-LAMP (петлевая изотермическая амплификация & петлевая изотермическая амплификация, совмещенная с обратной транскрипцией) [5].

На рис. 1 представлена схема проведения эксперимента при реализации петлевой изотермической амплификации. LAMP была создана для детекции таргетных нуклеиновых кислот без применения сложного оборудования. В протоколе используется 4–6 праймеров, которые направлены на распознавание 4–6 определенных регионов таргетной ДНК. ДНК-полимераза, которая обладает способностью к расплетанию цепей, инициирует синтез, и два праймера формируют петлеобразную структуру для облегчения последующего раунда амплификации. LAMP обеспечивает высокую чувствительность (<10 копий таргетного участка), реакции могут

быть проведены за время, меньшее чем 5–10 мин. Преимуществом является то, что реакции могут быть проведены с использованием лимитированных ресурсов (в том числе при помощи водной бани для инкубирования и последующей визуальной оценке результатов), или с использованием оборудования для ПЦР-РВ [6].

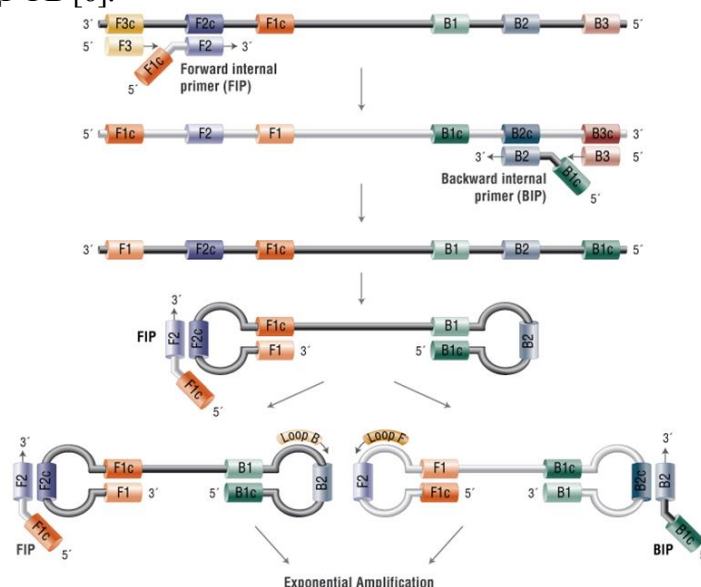


Рис. 1. Схема прохождения LAMP

Детекция таргетных участков РНК выполняется с помощью простого добавления обратной транскриптазы к реакции LAMP, таким образом, реакция RT-LAMP проводится в один этап, в изотермических условиях.

– Амплификация со смещением цепи (SDA). К другому типу изотермической амплификации следует отнести SDA, основанную на способности ДНК-полимеразы к расплетанию цепей. Участок, который подвергается разрезанию, регенерируется с каждым этапом полимеризации и смещается, в результате происходит экспоненциальная амплификация. SDA обычно используется в клинической диагностике [7].

Кроме рассмотренных двух типов амплификации, существуют также менее распространенные методики.

– Амплификация с использованием хеликаз (HDA)

Методика использует способность ферментов-хеликаз (рис. 2) разделять цепи ДНК, что позволяет праймеру прикрепиться к поверхности цепи. Далее происходит удлинение цепи при помощи ДНК-полимеразы, которая также способна к разделению цепей.

Сравнение ПЦР и LAMP. Используя метод LAMP, можно ответить на вопрос «Присутствует ли интересующий нас ген в пробе?» за 5–20 мин [8], в то время как при использовании ПЦР результатов придется ждать около двух часов. По специфичности LAMP опережает ПЦР. LAMP более специфичен, поскольку основан на «узнавании» целых шести участков в искомой молекуле ДНК, в то время как ПЦР – только на двух (которые находятся непосредственно под праймерами). Но, более важно, на LAMP не оказывает влияние присутствие биологических компонентов, зачастую не позволяющих провести ПЦР [8, 9]. Исследуемый образец (например, слюну) можно заносить в реакционную смесь без очистки и обнаружить гены вируса [10]. Благодаря этому свойству, LAMP используется в клинической практике для выявления патогенов человека и животных [8], определения пола коров до имплантации зародыша и даже для обнаружения метастазов во время хирургической операции [7]. Метод прост в исполнении, относительно дешев (в отличие от других методов изотермической амплификации) и не требует сложной техники [10].

Метод LAMP обладает чувствительностью в 10–100 раз более высокой (в зависимости от метода детекции), чем ПЦР. При этом время реакции составляет приблизительно 15–40 мин по сравнению с 2–3 ч при ПЦР.

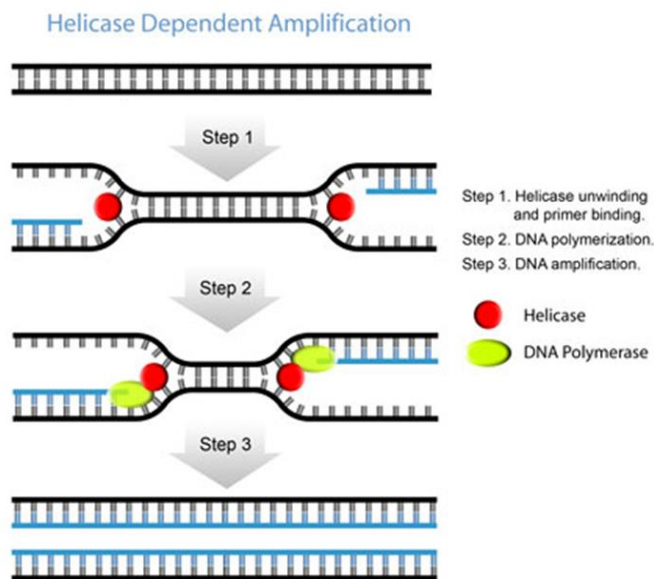


Рис. 2. Схема прохождения амплификации с использованием хеликаз

Какой из методов лучше применять, зависит от эксперимента. Если исследователь постоянно меняет праймеры, условия или изучаемый ген, то ПЦР будет удобнее. Если же речь идет о экспресс-диагностике (в случае предотвращения пандемии и т.п.), и необходимо как можно быстрее определить присутствие известного вирусного агента, то, конечно, LAMP предпочтительнее. Его можно применять, например, для мониторинга здоровья пассажиров в аэропортах стран, из которых возможно занесение вируса [8].

В заключение следует отметить интересную тенденцию научных исследований, проявившуюся в эволюции методов амплификации нуклеиновых кислот. Во время создания ПЦР существовала возможность выбора между двумя полимеразам: Taq и Bst – Мюллис выбрал Taq и построил свой метод на ней. А спустя двадцать лет Нотони вернулся к Bst и придумал еще более мощный метод LAMP [9].

Дальнейшее развитие метода. Представляется, что дальнейшее развитие метода изотермической амплификации связано:

- с миниатюризацией устройств для проведения реакции (микрофлюидные картриджи);
- с развитием методик LAMP/ детекция на твердой подложке;
- с созданием методов на основе латеральных потоков;
- с развитием мультиплексных реакций и их приложений;
- с совершенствованием ферментов и методов детекции [10].

Заключение. На сегодняшний день с помощью данного метода диагностированы возбудители таких вирусных заболеваний, как лихорадка денге [6], японский энцефалит [7], чикунгунья [8] (тропическая комариная лихорадка), лихорадка Западного Нила [9], тяжелый острый респираторный синдром – ТОРС [10], высокопатогенный «птичий грипп» (H5N1) [10].

Метод LAMP используют также для определения бактериальных инфекций. В настоящее время коммерциализированы тест-системы для обнаружения следующих возбудителей: *Salmonella*, *Legionella*, *Listeria*, *Escherichia coli*, продуцирующая веротоксин, *Campylobacter*.

Сейчас большое количество бактериальных патогенов диагностируется методом петлевой изотермической амплификации. Эксперты полагают, что петлевая изотермическая амплификация является перспективным методом и требует дальнейших исследований по определению ее эффективности при обнаружении ДНК различных патогенов.

Литература

1. Mullis K., Faloona F., Scharf S., Saiki R., Horn G., Erlich H. Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: the polymerase chain reaction // Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology. – 1986. – V. 51. – № 1. – P. 263–73.

2. Важнейшие методы молекулярной биологии и генной инженерии / Биомолекула [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biomolecula.ru/articles/vazhneishie-metody-molekuliarnoi-biologii-i-gennoi-inzhenerii>, своб.
3. Saiki R.K., Gelfand D.H., Stoffel S., Scharf S.J., Higuchi R., Horn G.T., Erlich H.A. Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase // Science. – 1988. – V. 239. – P. 487–491.
4. Notomi T., Okayama H., Masubuchi H., Yonekawa T., Watanabe K., Amino N., Hase T. Loop-mediated isothermal amplification of DNA // Nucleic acids research. – 2000. – V. 28. – P. E63.
5. Nagamine K., Hase T., Notomi T. Accelerated reaction by loop-mediated isothermal amplification using loop primers. Molecular and cellular probes. – 2002. – V. 16. – P. 223–229.
6. Shirato K., Yano T., Senba S., Akachi S., Kobayashi T., Nishinaka T., Matsuyama S. Detection of Middle East respiratory syndrome coronavirus using reverse transcription loop-mediated isothermal amplification (RT-LAMP) // Virology journal. – 2014. – V. 11. – P. 139.
7. Tanner N.A., Evans T.C. Loop-mediated isothermal amplification for detection of nucleic acids // Current protocols in molecular biology. – 2014. – V. 105. – P. 15.14.
8. Gill P., Ghaemi A. Nucleic acid isothermal amplification technologies: a review // Nucleosides, nucleotides & nucleic acids. – 2008. – V. 27. – P. 224–243.
9. Dhama K., Karthik K., Chakraborty S., Tiwari R., Kapoor S., Kumar A., Thomas P. Loop-mediated isothermal amplification of DNA (LAMP): a new diagnostic tool lights the world of diagnosis of animal and human pathogens: a review // Pakistan journal of biological sciences: PJBS. – 2014. – V. 17. – P. 151–166.
10. Fu S., Qu G., Guo S., Ma L., Zhang N., Zhang S., Shen Z. Applications of loop-mediated isothermal DNA amplification // Applied biochemistry and biotechnology. – 2011. – V. 163. – P. 845–850.



Катафеев Дмитрий Юрьевич

Год рождения: 1994

Факультет методов и техники управления «Академия ЛИМТУ»,
кафедра компьютерного проектирования и дизайна, группа № S4108

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы
и технологии

e-mail: dima.katafeev@gmail.com



Погорелов Виктор Иванович

Факультет методов и техники управления «Академия ЛИМТУ»,
кафедра компьютерного проектирования и дизайна, д.т.н., профессор

e-mail: pogvic@mail.ru

УДК 004

ГЕЙМИФИКАЦИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ВЕДЕНИЮ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ

Катафеев Д.Ю.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Погорелов В.И.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615892 «Исследование и разработка в области информационных технологий».

В работе рассмотрено понятие геймификации и внедрение ее в медицинскую деятельность для повышения мотивации у граждан вести здоровый образ жизни.

Ключевые слова: геймификация, технологии геймификации, игровые технологии, геймификация в медицине, игра, здоровье.

Наиболее широко используемыми средствами коммуникации на сегодняшний день являются мобильные устройства и Интернет. В системе здравоохранения ситуация идентична: только за последний год более 70% пользователей сети Интернет искали на различных ресурсах информацию, связанную со здоровьем. Основными проблемами оказания медицинских услуг являются длинные очереди, нехватка времени на работу с пациентом и др., поставили перед Министерством здравоохранения непростую задачу: оптимизировать процессы обмена информацией между врачом и пациентом посредством внедрения информационных технологий [1].

Современная молодежь забыла, что такое здоровый образ жизни. Дети и подростки огромное количество времени проводят за компьютерами или другими гаджетами, тем самым ведя малоподвижный образ жизни, провоцируя развитие многих болезней, связанных с опорно-двигательным аппаратом.

Для решения подобной проблемы поможет применение структурной геймификации (структурная геймификация подразумевает встраивание игровых элементов в систему без изменения ее содержания). Данная технология использует только игровые элементы, но сама она не является игрой. Это позволяет делать любую деятельность более приятной и увлекательной. В игре содержится множество элементов мотивации, таких как состязательность, призовые стимулы, логика преодоления препятствий, свобода влиять на игровой мир, немедленный его отклик на любое действие игрока. Иначе говоря, любая деятельность не становится игрой, но заставляет думать, что происходит участие в игре. Внедрение игровых технологий позволит повысить мотивацию в ведении подвижного и здорового образа жизни [2, 3].

Актуальность данного исследования обусловлена быстрым развитием информационных технологий и их использованием в повседневной жизни. Медицинская деятельности не стала исключением.

Современные фитнес-браслеты, например, измеряют давление и пульс человека. Благодаря этому у пользователя есть возможность постоянно наблюдать изменения сердечного ритма и при первых признаках отклонения от нормы обратиться за помощью к врачам.

Даже был случай, что фитнес-трекер помог спасти жизнь человеку. Сорокадвухлетний американец попал в больницу после сердечного приступа. Врачи изучили его данные, собранные с помощью фитнес-браслета, и на их основе приняли решение о проведении электрокардиоверсии. Дело в том, что в ряде случаев последняя недопустима, а врачи на момент поступления пациента не знали, что же с ним на самом деле произошло. История замеров ритма со смартфона, с которым был связан браслет, показала, что мерцательная аритмия появилась после приступа. Это помогло врачам достаточно быстро сориентироваться в ситуации и провести процедуру электрокардиоверсии [4].

Будущее в области медицины – это не только новые гаджеты, которые позволяют следить за параметрами организма человека. Также появляются различные приложения, так называемые, «сканеры еды», с помощью которых можно узнать, сколько полезных веществ находится в тарелке, «здоровье», показывающее пользователю пройденное расстояние и рассчитывающее среднюю скорость передвижения и количество сожженных калорий и др.

Используя подобные приложения, которые позволяют следить за количеством съедаемых полезных веществ, испытываемой нагрузки на организм, количество

сожженных калорий, ритм сердцебиения, пройденное расстояние, пользователь может значительно снизить риск заболеваний, связанных с кишечно-желудочным трактом, поднять свой иммунитет, тем самым поправить свое самочувствие.

Стоит отметить, что сама идея преобразования производственных процессов в игру не нова: еще в Советском Союзе активно использовались такие мотивационные инструменты, как соревнования заводских участков, переходящие знаки отличия – все это можно считать своего рода формами геймификации. Сейчас инструментарий геймификации претерпел значительные изменения благодаря совершенствованию управленческих и информационных технологий. Так можно выделить такие площадки, как настольные, настенные, дворовые и онлайн-овые. Каждая из них предполагает наличие какого-либо соревновательного аспекта и достижение значимого результата. Геймификация не возможна без ряда взаимосвязанных аспектов, благодаря которым игра и приобретает мотивационную ценность. Среди таких аспектов динамизм – игра или какой-либо сценарий должен привлекать внимание участников в реальном времени, механизация, предполагающая использование неких элементов сценария, к примеру, очки, бейджи, виртуальные награды и т.п. Немаловажное значение имеет и общая игровая эстетика – инструментарий должен оставлять благоприятное эмоциональное впечатление и быть привлекательным для пользователей.

Игры активизируют выработку «гормона удовольствия», предлагая радость от одобрения и побед. Таким образом, создавая геймифицированную систему, можно превратить процесс выполнения задачи в удовольствие. Главное, не сосредоточиться только на удовольствии от процесса, и не опираться на примитивные механизмы, так как все это элементы внешней мотивации. Можно создать внутреннюю мотивацию, т.е. сделать так, чтобы выполнение задач стало значимым само по себе.

Благодаря этому с помощью геймификации возможно мотивировать людей регулярно заниматься спортом, есть здоровую пищу, рационально использовать природные ресурсы. Главной задачей для реализации таких проектов является внедрение таких технологий в медицинскую деятельность и как с помощью нее повысить мотивацию. Именно эти задачи необходимо решать, прежде всего.

Внедрение данной технологии проходит без особых проблем. Для этого достаточно разработать подходящее приложение (мобильное), с помощью которого пользователь сможет вести здоровый образ жизни, не тратя деньги на тренеров и диетологов.

Чтобы поддерживать мотивацию на длительном промежутке времени необходимо ввести в данное приложение систему подсчета очков, предмет поощрения, чтобы у пользователя появился интерес следовать предложенным инструкциям. Для решения этой проблемы можно разработать соответствующую заполняющуюся шкалу, по выполнению определенных действий, необходимых в данном приложении.

Необходимость в применении геймификации возникла в силу того, что старые мотивационные схемы все чаще не срабатывают, а игровые элементы могут существенно усилить мотивацию.

Интеграция развлечений и игр с медицинским приложением должна мотивировать пациента и собирать информацию, необходимую для выработки более информированных решений для лечения и планирования его активностей, вместе с этим поможет собирать необходимые данные, для принятия обоснованных решений касательно ежедневной активности, которые способствуют улучшению состояния здоровья пациента. «Приблизительно 50 процентов пациентов с хроническими заболеваниями не следуют назначенному лечению, – говорит Меско. – Отслеживание состояния здоровья с помощью геймификации создает среду, где пациент будет придерживаться соответствующей терапии» [5].

Таким образом, после внедрения технологий геймификаций в медицину, можно создать систему контроля здоровья в игровой форме, что будет удерживать пациента от пренебрежения соответствующим планом лечения.

С помощью инновационных технологий доктора смогут поддерживать связь с пациентами, проходящими лечение на дому или находящимися под наблюдением. Это позволит сэкономить не только время, но и деньги.

Совмещение развлечения и игры в приложении могут мотивировать пользователя, а также собирать необходимую информацию касательно ежедневной активности, рациона питания, здорового сна, для улучшения здоровья, четко следовать указаниям врача и проходить полный курс лечения.

Литература

1. Пациент – врач. Особенности коммуникации. Информатизация здравоохранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.remedium-journal.ru/arhiv/detail.php?ID=52840&num=%B910&sec_id=5489, своб.
2. Погорелов В.И., Козак О.О., Зими́на Д.В. Применение методов структурной геймификации при дистанционном обучении // Современное образование: проблемы взаимосвязи образовательных и профессиональных стандартов: материалы международной научно-методической конференции. – 2016. – С. 106–107.
3. Зими́на Д.В., Козак О.О., Погорелов В.И., Шуклин Д.А. Особенности реализации структурной геймификации на платформе WordPress для создания дистанционных обучающих курсов // Интернет-журнал «Науковедение». – 2016. – Т. 8. – № 3(34). – С. 117.
4. Фитнес-трекер впервые помог спасти жизнь человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2016/fitnes-treker-vpervye-pomog-spasti-zhizn-cheloveka>, своб.
5. 11 технических инноваций, меняющих сферу медицины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mhealthcongress.ru/ru/news/11-tehnicheskikh-innovatsiy-menyayushchih-sferu-meditcini>, своб.



Киссер Кристина Владимировна

Год рождения: 1990

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, аспирант

Направление подготовки: 13.06.01 – Электро- и теплотехника

e-mail: kwkisser@mail.ru



Константинова Наталья Александровна

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, группа № W4215

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: nataliakatastrofa@gmail.ru



Малышев Александр Александрович

Год рождения: 1946

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, к.т.н., ст.н.с.

e-mail: maa-110@mail.ru

УДК 621.56

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА НОВЫХ ДИАГРАММ ДВУХФАЗНЫХ ПОТОКОВ ХЛАДАГЕНТОВ

Киссер К.В., Константинова Н.А.

Научный руководитель – к.т.н., ст.н.с. Малышев А.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

В работе приведен алгоритм программы расчета координат модифицированной карты режимов кипения двухфазных потоков хладагентов. Модифицированная карта режимов кипения обобщает данные по хладагентам R134a, R12, R22, аммиаку, водо-воздушным смесям в макро- и миниканалах. В качестве координат карты режимов кипения двухфазных потоков хладагентов были выбраны безразмерные параметры – истинное объемное паросодержание ϕ и критерий Фруда Fr_{cm} .

Ключевые слова: карта режимов кипения, миниканалы, истинное объемное паросодержание, критерий Фруда, критерий Вебера.

Решение проблемы энергосбережения и экологической безопасности требует создание нового поколения теплообменных аппаратов энергетических установок и холодильных систем. В настоящее время установлено, что теплоотдача и потери давления при кипении жидкостей в теплообменных аппаратах зависят от режимов течения. Существует большое число карт режимов течения для макро- и миниканалов, сопоставление которых показывает неудовлетворительное согласование [1–3].

Ранее была предложена карта режимов кипения двухфазных потоков хладагентов объединяющая данные хладагентов R134a, R12, R22, аммиака, водо-воздушных смесей для макро- и миниканалам [4, 5]. На основании данной карты был разработан алгоритм программы, позволяющий построить координаты точек модифицированной карты [5].

На рисунке представлен алгоритм программы расчета координат точек модифицированной карты режимов кипения хладагентов в мини- и макроканалах на основе истинных параметров фаз.

Исходными данными для работы программы являются: диаметр канала, температура кипения, массовая скорость, массовое паросодержание, а также тип рабочего вещества.

В начале расчета программа получает исходные данные. Далее производится расчет скорости циркуляции жидкости на входе в канал [5]:

$$w_0 = \frac{w_p}{\rho'},$$

где w_p – массовая скорость, $\text{кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$; ρ' – плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$.

После расчета скорости циркуляции, программа производит расчет скорости смеси по формуле [5]:

$$w_{\text{см}} = w_0 \left\{ 1 + x \left[\frac{\rho'}{(\rho'' - 1)} \right] \right\},$$

где x – паросодержание; ρ'' – плотность пара, кг/м³.

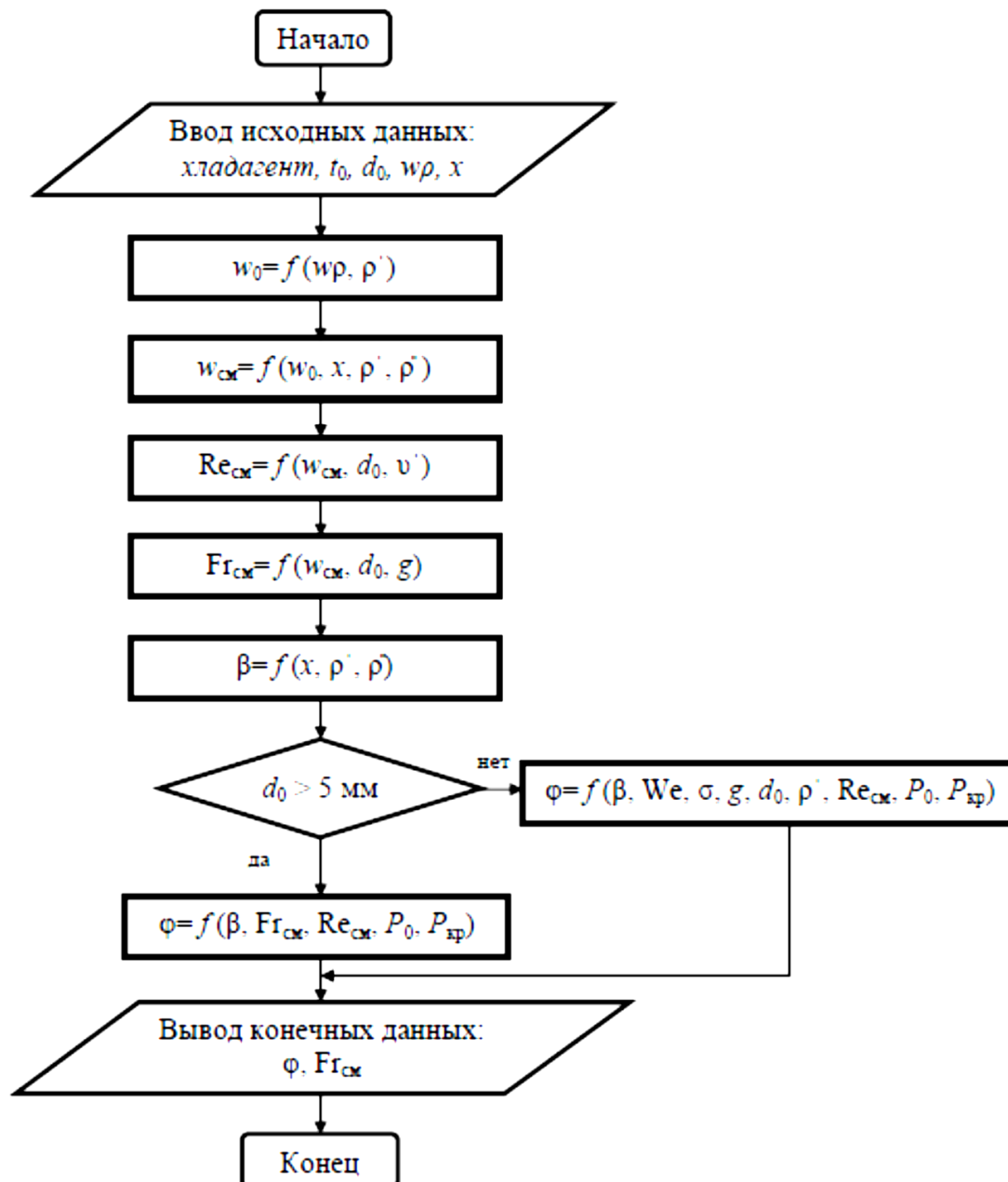


Рисунок. Алгоритм программы расчета координат точек модифицированной карты режимов кипения хладагентов

Затем выполняется расчет критерия Рейнольдса и критерия Фруда для смеси:

$$\text{Re}_{\text{см}} = \frac{w_{\text{см}} d_0}{\nu'};$$

$$\text{Fr}_{\text{см}} = \frac{w_{\text{см}}^2}{g d_0},$$

где d_0 – диаметр канала, м; ν' – кинематический коэффициент вязкости, м²/с; g – ускорение свободного падения, м/с.

После чего производится вычисление расходного массового паросодержания [5]:

$$\beta = \frac{1}{\left\{ 1 + \left[\frac{(1-x)}{x} \right] \frac{\rho''}{\rho'} \right\}}.$$

Перед определением значения истинного объемного паросодержания в программе производится проверка выполнения условия для выбора расчетной формулы. Если диаметр канала больше 5,0 мм, расчет истинного объемного паросодержания ведется по формуле:

$$\phi = \beta - 0,06\beta(1-\beta)^{0,5} \left(\frac{Fr_{cm}}{Re_{cm}} \right)^{-0,23} \left(\frac{P_0}{P_{кр}} \right)^{-0,15}.$$

Если диаметр канала меньше 5,0 мм, для расчета истинного объемного паросодержания используется формула, учитывающая влияние сил поверхностного натяжения, которое превалирует над силами гравитации для данного диапазона гидравлических диаметров каналов:

$$\phi = \beta - 0,06\beta(1-\beta)^{0,5} \left[\frac{\left(\frac{\sigma We}{gd_0^2 \rho'} \right)}{Re_{cm}} \right]^{-0,23} \left(\frac{P_0}{P_{кр}} \right)^{-0,15}.$$

Критерий Вебера находится по формуле:

$$We = \frac{\sigma}{g(\rho' - \rho'') \cdot D^2}.$$

Здесь σ – коэффициент поверхностного натяжения, Н/м.

Далее программа производит построение точек с полученными координатами на модифицированной диаграмме ϕ – Fr_{cm} и определяет режим течения двухфазного потока при заданных условиях. После чего в программе происходит вывод на дисплей или на принтер основных расчетных величин: Re_{cm} , We , Fr_{cm} , ϕ .

Литература

1. Khovalyg D.M., Baranenko A.V. Twophase flow dynamics during boiling of R134a refrigerant in minichannels // Technical Physics. – 2015. – V. 85. – № 3. – P. 34–41.
2. Thomer J. Engineering Data Book III. – Wolverine Tube, Inc, 2004.
3. Шуршев В.Ф., Умеров А.Н. Идентификация режимов течения двухфазных потоков холодильных агентов и их смесей с использованием фазовых диаграмм // Вестник АГТУ. – 2005. – № 2(25). – С. 224–231.
4. Малышев А.А., Киссер К.В. Разработка карты режимов кипения R134a, R12, R22, NH₃, водо-воздушных смесей и воды в каналах диаметром 6 мм // Научный журнал НИУ ИТМО. – 2015. – № 4. – С. 46–51.
5. Малышев А.А., Киссер К.В., Филатов А.С. Новые методы прогнозирования режимов течения кипящих хладагентов в макро- и миканалах // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 2. – С. 67–70.

**Клейменова Мария Эркинбековна**

Год рождения: 1993

Факультет биотехнологий и инженерии, кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, аспирант

Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии

mekleimenova@bk.ru

**Ульянов Николай Борисович**

Год рождения: 1954

Факультет биотехнологий и инженерии, кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, к.т.н., доцент

kafedra-promecologia@yandex.ru

УДК 628.3

**РАЗРАБОТКА РЕСУРСОЭФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ВЫПУСКУ АЛЮМИНИЕВОЙ ПИЩЕВОЙ ТАРЫ****Клейменова М.Э., Ульянов Н.Б.**

В работе представлены результаты обследования очистных сооружений на предприятии по производству алюминиевой пищевой тары, выявлены неэффективные модули очистки, обоснована их замена, а также предложен вариант технического оснащения модернизированной системы очистки, которая должна обеспечить требования экологической безопасности и ресурсоэффективности.

Ключевые слова: система очистки, очистные сооружения, ресурсоэффективность, экологическая безопасность.

Экологическая ответственность является одной из самых важных сфер ответственности каждой уважающей себя компании. К этой категории, в частности, относят ответственность за свою деятельность, а также честное отношение не только к деловым партнерам, но и к природной среде. Говоря об экологической ответственности, как правило, имеется в виду две сферы ее проявления: экономическая и юридическая. Экономическая или эколого-экономическая ответственность, базируется на правомерной деятельности и регулируется экономическими инструментами, прежде всего, материальной заинтересованностью загрязнителя окружающей среды в сокращении негативного воздействия, юридическая – порождается неправомерной деятельностью и регулируется административно-правовыми методами [1].

В рамках «responsibility business» приоритетными природоохранными задачами являются:

- снижение или предотвращение загрязнения природной среды. Природные экосистемы обладают способностью перерабатывать определенное количество загрязняющих веществ без вмешательства человека. Однако объемы промышленного загрязнения сегодня превышают возможности экосистем восстанавливать равновесие, что приводит к нарушениям природных процессов, а это, в свою очередь, оборачивается для людей ухудшением качества жизни. Вследствие этого задачи минимизации выбросов, неочищенных сбросов, отходов, предотвращения аварий не только составляют сущность добровольной ответственности компаний, но и в обязательном порядке фиксируются государством в виде законов и нормативов;

– сохранение природных ресурсов. Результаты экологических исследований и расчетов показывают, что в обозримом будущем закончатся не только невозобновимые ресурсы (такие как нефть, газ), а также и некоторые возобновимые ресурсы, такие как пресная вода, так как скорость их использования зачастую сильно превышает скорость возобновления. В связи с этим компании уделяют особое внимание водосбережению, внедрению оборотных систем водопользования, применению вторичного сырья в технологических цепочках, повышению эффективности использования закупаемого сырья и т.д.

Предприятие, проблема которого легла в основу исследования этого проекта, специализируется на выпуске алюминиевых банок объемом 0,5 и 0,3 л.

В ходе производства на предприятии образуются сточные воды, со среднесуточным расходом 180 м³. Этот сток поступает на канализационные очистные сооружения (КОС), где проходит очистку и затем передается предприятию ОАО «Всеволожские тепловые сети», которое занимается водоснабжением и водоотведением данной организации.

На данный момент ситуация складывается таким образом, что ежемесячно фиксируются в стоке, после очистных сооружений, превышения допустимой концентрации (ДК) по АІ, СПАВ, нефтепродуктам, ХПК/БПК. В 2015 году размер платы за сброс составил 8,8 млн руб., из них около 5 млн руб. пришлось на штрафы.

Для создания предложений по решению проблемы неэффективной работы существующих очистных сооружений было произведено подробное их обследование силами сотрудников кафедры ПЭиБЖД Университета ИТМО. Результаты экологического обследования очистных сооружений показали, что они не обеспечивают установленных нормативов по очистке сточных вод по СПАВ, нефтепродуктам и алюминию. Причины неудовлетворительной очистки связаны со значительным расхождением исходных концентраций СПАВ и алюминия на стадии проектирования с фактическими концентрациями в сточных водах (таблица).

Таблица. Состав сточных вод на стадии проектирования и по результатам экологического обследования

Показатель	Исходные данные на стадии проектирования	Фактическая концентрация
ХПК, мг/л	1500–6000	1915–3780 (совпадение)
Нефтепродукты, мг/л	250	16–121 (совпадение)
СПАВ (анионные и катионные), мг/л	47	110–415 (значительное превышение)
Алюминий, мг/л	3,5 мг/л	700–1670 (различие от 200 до 480 раз)

Рациональное решение существующей проблемы возможно двумя способами:

- совершенствование существующих очистных сооружений, путем выявления и устранения неэффективных модулей очистки или замены их другими аппаратами;
- ресурсоэффективный способ – создание цикла замкнутого водоснабжения.

Оборотное водоснабжение – представляет собой замкнутую систему, позволяющую циклично использовать промышленные воды на различных этапах, после процесса очистки на очистных установках предприятия. Данная концепция водопотребления полностью исключает сброс промышленных сточных вод. Оборотное водоснабжение позволяет реализовать многочисленные экологические и экономические задачи: в значительной степени (85–95%) снизить водопотребление для нужд производства, минимизировать потери ценных компонентов, исключить плату за водоотведение и всевозможные превышения ДК в виде штрафов.

При разработке такой схемы очистки следует особое внимание уделить специфическому составу, убедиться, что принимаемые технические решения по очистным сооружениям учитывают специфику этого стока.

По характеру загрязнения стока данное предприятие можно классифицировать, как предприятие машиностроительного комплекса, это значит, что основные технические решения по системе очистки должны приниматься с учетом существующего опыта в этой отрасли.

В выборе технических решений для перехода к ресурсоэффективной системе очистки сточных вод следует опираться на классические схемы очистки и на широкий диапазон существующих наилучших доступных технологий (НДТ). Оптимально для реализации проекта с частичным возвратом воды или полным рециклингом применение блоков отстаивания, электрохимической очистки, фильтрования и мембранных технологий.

В существующей системе очистки имеются узлы, которые показали себя неэффективными: блок анодного окисления и механическо-адсорбционные фильтры. Так как узел механическо-адсорбционного фильтрования на данный момент является финальным блоком очистки, выполняющим функции глубокой очистки, в исследовании он имеет крайне важную роль. Данный узел выполнен следующим образом: первый корпус предназначен для слоя песка, фракцией 0,8–1,6 мм, толщиной 0,75 м, два последующих корпуса заполнены угольным сорбентом МАУ-200 – 0,5 т/м³. Работа этого узла была определена неэффективной, так как лабораторные исследования показали следующее: средняя эффективность очистки сточных вод в фильтрационно-адсорбционном блоке сооружений составила:

- по ХПК – без очистки;
- по нефтепродуктам – 85%;
- по СПАВ – 15,7%;
- по алюминию – 42,3%.

В работе были сделаны следующие предложения: для стадии фильтрования было предложено оставить блок механического фильтрования, а адсорбционные фильтры изъять из системы, и на их место поставить фильтр полимерный (ООО «Самэнвирос»). Данный аппарат показал хорошие эффекты очистки по ХПК, БПК, ВВ и мутности на предприятиях, где его внедрили в системы очистки промышленных стоков.

Следующей ступенью после фильтрования на фильтре полимерном [2] предлагается установить ультрафильтрационную установку, чтобы снизить нагрузку на мембраны установки обратного осмоса. На основании опыта применения мембранных технологий, описанных в литературе, схему глубокой очистки и доочистки следует составлять из соображений поэтапного изъятия частиц разного размерного диапазона. Таким образом, было предложено сочетать следующие аппараты: фильтр полимерный в качестве микрофильтрационной очистки (размер частиц до 5 мкм), аппарат ультрафильтрационной очистки, где задерживаются макромолекулы и частично молекулы, и аппарат обратного осмоса, который изымает остатки молекул и следы ионов. В качестве установки ультрафильтрационной очистки предлагается установка УФС-10 в комплектации с мембранами HYDRAsar MAX [3]. Размер пор в мембране составляет 0,1 мкм, что позволяет очищать воду от мутности и БПК до норм, удовлетворяющих СанПиН 2.1.4.1074-01. Установка с использованием данных мембранных элементов отлично подходит для подготовки воды к последующей очистке методом обратного осмоса. После аппарата обратноосмотической очистки промышленный сток можно считать пригодным к использованию на любых производственных участках, так как можно считать, что из воды изъятые все загрязнения, в том числе и микробиологические [4].

Для предложенного оборудования было проведено технико-экономическое обоснование с учетом всех необходимых факторов. Данный расчет показал, что проект является рентабельным. Чистая годовая экономия составила 5461,45 тыс. руб., срок окупаемости 2,7 лет. Из чего можно сделать вывод, что данный проект отвечает не только всем современным технологическим требованиям, предъявляемым к системам очистки замкнутого водоснабжения, но и рекомендован к внедрению с экономической точки зрения.

Следует отметить, что предложения по аппаратному обеспечению данного комплекса носят рекомендательный характер, а узлы системы могут быть заменены иным оборудованием из соответствующей производственной линейки.

Литература

1. Экологическая ответственность и выживание планеты: две стороны одной медали [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://csrjournal.com>, своб.
2. Технологические параметры Фильтра полимерного [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://samenviro.ru/filtr-polimernyi>, своб.
3. HYDRACAP MAX [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://membranes.com/solutions/products/uf/hydracap-max/>, своб.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – Введен 01.01.2002. – М.: Минздрав России, 2002. – 62 с.



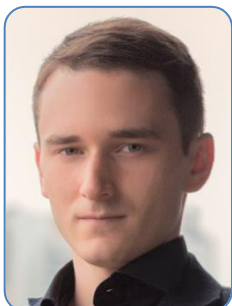
Колупаева Дарья Алексеевна

Год рождения: 1995

Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра финансового менеджмента и инноваций, группа № U3420

Направление подготовки: 38.03.02 – Менеджмент

e-mail: kolupaevadarya@gmail.com



Походин Олег Андреевич

Год рождения: 1995

Факультет технологического менеджмента и инноваций,
кафедра финансового менеджмента и инноваций, группа № U3420

Направление подготовки: 38.03.02 – Менеджмент

e-mail: O.Pokhodin@ya.ru

УДК 504.062.2

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОТВЕТСТВЕННЫЙ БИЗНЕС НА ПРИМЕРЕ ООО «ЮНИКЛО (РУС)»

Колупаева Д.А., Походин О.А.

Научный руководитель – к.э.н., доцент Мишура Л.Г.

В работе на примере компании «Юникло Рус» рассматривается бизнес, основанный на принципе экологической ответственности. Анализируются причины неразвитости экобизнеса в РФ. Описываются экологические инициативы, реализуемые на всех этапах создания конечного продукта. Приводится комплекс стратегических целей для экологически ответственного бизнеса в сфере розничной торговли.

Ключевые слова: экологичный бизнес, бизнес-процессы, экологическая ответственность, защита окружающей среды, экологические инициативы.

Для того, чтобы в долгосрочной перспективе предприятия активно и эффективно продолжали функционировать и развиваться, менеджменту компаний необходимо в качестве одного из важнейших ориентиров деятельности ставить бизнес, основанный на принципе экологической ответственности. Данный принцип подразумевает применение технологий,

стандартов и принятие таких корпоративных решений, которые не только не наносят вред окружающей среде, но еще и способствуют ее восстановлению.

В Российской Федерации экобизнес пока находится в начале пути своего развития, что связано с отсутствием льгот и преимуществ для экологичного бизнеса, низким уровнем понимания важности экологизации, а также направленности деятельности многих предприятий на выгоду в краткосрочной перспективе. Также необходимо отметить, что некоторые компании, которые в реальности могли бы работать в соответствии с международными стандартами, до сих пор не осознали, что это могло бы помочь им занять приоритетные места в конкурентной борьбе и работать более эффективно, извлекая из меньшего количества ресурсов больше пользы [1].

Тем не менее, с 2009 года в РФ эффективно ведет свою деятельность и развивается японская компания UNIQLO (розничная сеть повседневной одежды), демонстрируя свою активную позицию по сохранению природной среды на всех этапах создания конечного продукта: от планирования, разработки и производства до дистрибуции и переработки. На рисунке 1 представлены бизнес-процессы UNIQLO, на каждом из которых компания производит оценку размера и типа воздействий на окружающую среду. Рассмотрим экологические инициативы компании на каждом из бизнес-процессов и предложим стратегические цели для экологически ответственного бизнеса в сфере розничной торговли.



Рисунок. Бизнес-процессы UNIQLO

1. Планирование. При планировании будущей продукции компания в первую очередь ориентируется на экологически ответственные закупки, производство и безопасность материалов. На данном этапе разрабатываются специальные ткани с расширенными функциями: теплоизоляционные и быстросохнущие свойства тканей позволяют снизить отрицательное воздействие во время носки и стирки.
2. Выбор материалов. С 2015 года компания проводит активную политику по контролю за качеством почвы на хлопковых полях поставщиков, так как многие фермеры при выращивании хлопка добавляют в почву пестициды, представляющие собой опасность для всех элементов окружающей среды и здоровья человека. Также проводится жесткий контроль на предмет этичного содержания животных и водоплавающих птиц, дающих сырье для производства одежды.
3. Производство. Руководство и мониторинг деятельности производственных фабрик осуществляется в соответствии с «Нормами поведения для производственных партнеров» («Code of Conduct for Production Partners»), которые включают экологические критерии, а также рекомендуемые инициативы для поддержания улучшений. К 2020 году компания обязалась полностью исключить из продукции все опасные химические вещества. UNIQLO и фабрики-партнеры вместе разрабатывают и осуществляют меры по сохранению энергии, такие как: модернизация производственных процессов и электрических систем.
4. Логистика. Перевозка товаров оказывает значительное воздействие на окружающую среду, особенно в форме углеродных выбросов. UNIQLO работает над рационализацией глобальной дистрибьюторской сети и снижением воздействия путем использования более экологичных транспортных моделей и особенностей управления и обслуживания автомобилей, применения методов, позволяющих снизить вес упаковки и модернизировать процесс загрузки. Например, для отправки готовой продукции с фабрики до склада используются упаковочные коробки одного размера, в которые вторично упаковывается продукция для доставки уже со склада в

розничные магазины. Также многие пластиковые упаковки были заменены на упаковки из переработанной бумаги.

5. Продажи. С 2013 по 2020 год одной из стратегических целей компании является снижение выбросов CO₂ на 10%. Для освещения залов магазинов, а также огней в вывесках придорожных магазинов используются светодиодные лампы, которые имеют долгий срок службы (около 20 лет) и потребляют намного меньше энергии, чем лампы накаливания, тем самым обеспечивая экологичность и функциональность в использовании.
6. Повторное использование и переработка. В 2013 году была запущена глобальная акция «10 миллионов способов помочь», в которой может поучаствовать любой желающий. Цель акции – сбор пригодной для носки и чистой одежды производства UNIQLO, для того, чтобы в последствии передать ее беженцам и другим нуждающимся. В итоге около 90% одежды передается неимущим из бедных стран и 10% идет на переработку.

Так, рассмотрев деятельность UNIQLO на всех бизнес-процессах, можно предложить комплекс стратегических целей для экологически ответственного бизнеса в сфере розничной торговли:

- активно работать для сведения к минимуму воздействия на окружающую среду на всех бизнес-процессах;
- в качестве основы для бизнеса установить цели по сокращению воздействия на окружающую среду для магазинов;
- совместно работать с заводами-партнерами по снижению воздействия на окружающую среду на производственных процессах;
- активно содействовать развитию диалога и сотрудничества с клиентами и гражданским обществом, с целью повышения осведомленности и положительного воздействия на окружающую среду;
- устранять опасные химические выбросы [2].

Таким образом, компаниям розничной торговли в своей деятельности необходимо стремиться достигать предложенных стратегических целей, соблюдать международные законы и правила защиты окружающей среды, а также минимизировать оказываемое на нее негативное влияние, устраняя отходы и ища пути улучшения. К сожалению, на сегодняшний день не так много предприятий в России придерживается принципа рационального использования ресурсов. Тем не менее, 2017 год указом Президента России объявлен годом экологии: на финансирование экологических проектов выделен 1 млрд. руб., запланировано 234 мероприятия, что говорит о заинтересованности государства в данной проблеме и о грядущих позитивных переменах в области экобизнеса [3].

Литература

1. Экологический бизнес в РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.km.ru/referats/6E91E7A234834E08887F5E02C4C6F73B>, своб.
2. For the environment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fastretailing.com/eng/csr/environment/>, своб.
3. Анонс-2017. Что даст России Год экологии? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vesti.ru/videos/show/vid/702820/>, своб.



Кононова Анастасия Александровна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, группа № T4215

Направление подготовки: 19.04.02 – Продукты питания из растительного сырья

e-mail: samiska.the.one@gmail.com

**Сергачева Елена Сергеевна**

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, к.т.н., доцент
e-mail: essergacheva@mail.ru

УДК 663.8

РАЗРАБОТКА НАПИТКА НА ОСНОВЕ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ**Кононова А.А., Сергачева Е.С.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Сергачева Е.С.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615871 «Биотехнология, процессы и аппараты для производства продуктов питания функционального назначения».

Исследование направлено на разработку технологии производства напитка на основе зерна гречихи – популярной и традиционной в России крупяной культуры. Изучено влияние гречневых продуктов на качество полуфабрикатов и готового продукта. В результате работы установлены технологические параметры (выбрано сырье, ферментные препараты и их дозировки, установлены гидромодуль, температурные режимы и режимы фильтрации) для производства зернового напитка с высокими потребительскими характеристиками.

Ключевые слова: зерновой напиток, гречиха, растительное молоко, гидролизат.

Во всем мире набирают популярность зерновые и зернобобовые напитки (овсяные, рисовые, соевые и др.). Такие напитки способствуют поддержанию эффективной работы организма человека, укрепляют иммунитет, обеспечивают всеми необходимыми микроэлементами и витаминами. На данный момент в России они практически не производятся. Но несмотря на то, что в магазинах представлены только импортные продукты с высокой стоимостью, спрос на такую продукцию у потребителей только растет. В связи этим актуальной задачей является разработка рецептуры и технологии напитка на зерновой основе.

Традиционной и популярной крупяной культурой в России является гречиха. В зерне гречихи содержится около 12,8% белка, который представлен в основном водорастворимыми и солерастворимыми фракциями. Данные фракции более податливы воздействию ферментов желудка и кишечника, благодаря чему легко и полно усваиваются организмом человека [1, 2]. Полноценность гречневого белка подтверждается его аминокислотным составом, из всех аминокислот около 32% составляют незаменимые. Гречневое зерно содержит 68,8% углеводов, из них крахмал составляет 55,4%, пищевые волокна – 11,3%, простые углеводы (сахара) – 2,1%. Большую ценность представляют витаминный и минеральный комплексы гречи. Зерно гречихи отличается высоким содержанием витаминов В₁, В₂, РР, В₆, пантотеновой кислоты, фолацина, холина, витамина Е, в нем также присутствуют биотин, β-каротин и рутин. Из минеральных веществ содержится достаточное количество фосфора, магния, калия, цинка, марганца, меди, кремния, присутствует сера [2, 3]. Учитывая вышесказанное, авторами было решено использовать продукты переработки зерна гречихи в качестве сырья для производства зернового напитка.

Цель работы – разработка технологии приготовления гречневого напитка.

На первом этапе производства напитка готовили образцы гидролизатов, для этого гречневое сырье смешивали с водой и проводили затирание на лабораторной установке при различных температурных и временных режимах. Для гидролиза и осахаривания

использовали ферментные препараты. Температурные режимы подбирались в соответствии с оптимумом действия ферментных препаратов и температурой клейстеризации гречневого крахмала. Отфильтрованные гидролизаты анализировали. Оценивали экстрактивность (массовую долю водорастворимых веществ, выраженную в процентах) как наиболее важный показатель качества напитков, влияющий на вкус и его насыщенность. Также контролировали титруемую, активную кислотность и вязкость гидролизата. По результатам дегустационной оценки составляли вкусо-ароматический профиль напитка. На основе анализа физико-химических и органолептических показателей гидролизатов выбирали лучшие образцы.

Для приготовления образцов напитка использовали следующее сырье: дробленые зерна гречи, гречневые хлопья, гречневая мука. Установили, что в гидролизате с гречневой крупой осахаривание почти не произошло из-за того, что зерна гречи были крупными и малодоступными для действия ферментов. В варианте с гречневой мукой гидролизат был очень мутным, содержал в себе большое количество мелких частиц, которые сложно отфильтровать. Наилучший результат показал гидролизат с гречневыми хлопьями. Он обладал вязкой консистенцией, приятным сладковатым вкусом и запахом гречневой каши. В результате от крупы и муки в дальнейших экспериментах отказались.

При разработке рецептуры и технологии приготовления зернового напитка особое внимание уделяется подбору гидро модуля. Очень важно установить такое соотношение воды и сухих веществ, чтобы напиток обладал насыщенным вкусом и при этом хорошо фильтровался. В ходе экспериментов была проведена оценка образцов с гидро модулями 1:3, 1:4, 1:5. По содержанию сухих веществ образец с гидро модулем 1:3 превосходил образцы 1:4 и 1:5 на 19% и на 32% соответственно. Однако образец 1:3 был слишком густым и вязким, плохо фильтровался и его цвет был более темным по сравнению с другими образцами. Образец 1:5, напротив, был жидким, с нейтральным ненасыщенным вкусом. Образец 1:4 обладал наилучшими свойствами: имел необходимую вязкость, хорошо фильтровался и обладал приятным сладковатым вкусом. На основании полученных результатов для проведения дальнейших экспериментов выбрали гидро модуль 1:4.

После выбора сырья и гидро модуля подбирали ферментные препараты и их дозировки. Для гидролиза крахмала необходима α -амилаза, для дальнейшего осахаривания – глюкоамилаза. В качестве препаратов, содержащих эти ферменты, использовали Дистицим БА и Дистицим АГ. Поскольку в грече содержится арабиноксилановая фракция (растворимые и нерастворимые пентозаны), для гидролиза использовали препарат Ультрафло, содержащий ксиланазу и гидроксилазу. Дозировку препаратов рассчитывали, исходя из рекомендаций, представленных в паспорте ферментных препаратов. В дальнейшем дозировки корректировали после проведения пробных экспериментов. В результате серии опытов, оценивая показатели качества гидролизата, определили дозировки всех ферментных препаратов. Лучший образец характеризовался умеренной сладостью, отсутствием крахмалистости и оптимальной вязкостью.

Температурные режимы обработки устанавливали в соответствии с оптимумом действия ферментных препаратов и температурой клейстеризации гречневого крахмала. Затираание проводили при периодическом перемешивании при нескольких температурных режимах для более эффективного действия ферментов. Окончание паузы осахаривания определяли по «йодной пробе», позволяющей определить наличие крахмала в жидкости. Установили, что в результате полное осахаривание произошло через 85 мин.

Качественные характеристики отфильтрованного гидролизата представлены в таблице.

На следующем этапе приготовления гречневого напитка к полученному гидролизату добавляли дополнительные пищевые ингредиенты, пастеризовали и разливали.

Таким образом, в ходе работы разработана рецептура и составлена технологическая схема производства напитка на основе зерна гречихи с высокими

потребительскими характеристиками. Полученный напиток можно рекомендовать для употребления людям с непереносимостью лактозы, вегетарианцам, спортсменам, а также активным людям, которые заботятся о своем здоровье. С учетом того, что в нашей стране в настоящее время напиток никем не производится, он обладает высокой конкурентоспособностью.

Таблица. Показатели качества гидролизата

Наименование показателей	Значение показателей
Содержание сухих веществ, %	13,3
Кислотность, град	1,5
pH	6,1
Внешний вид	однородный, без посторонних включений
Консистенция	вязкая, хорошо фильтруется
Вкус и аромат	умеренно сладкий, запах гречневой каши
Цвет	кремовый, равномерный

Литература

1. Марьин В. Пищевая ценность гречневой крупы различных оттенков // Хлебопродукты. – 2011. – № 10. – С. 50–51.
2. Зенкова А.Н. Гречневая крупа-продукт повышенной пищевой ценности // Хлебопродукты. – 2013. – № 1. – С. 42–44.
3. Горькова И.В. Исследование особенностей химического состава и функционально-технологических показателей гречневой муки // Вестник ОрелГАУ. – 2007. – № 4. – С. 37–38.



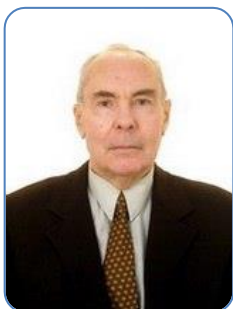
Кочегуров Данила Сергеевич

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра криогенной техники и технологий сжиженного природного газа, группа № W4205

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: Camperrr1911@gmail.com



Иванов Владислав Иванович

Год рождения: 1939

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра криогенной техники и технологий сжиженного природного газа, д.т.н., профессор

e-mail: vl_iv.9391@mail.ru

УДК 62-621.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ ЗАПОЛНЕНИЯ КРИОГЕННОГО РЕЗЕРВУАРА НА ПОТЕРИ ОТ ИСПАРЕНИЯ

Кочегуров Д.С., Иванов В.И.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Иванов В.И.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

В работе определен минимальный необходимый остаток жидкости для возврата криогенного резервуара под повторную заправку, сравнены различные материалы стенок внутреннего сосуда и рассмотрена скорость испарения в зависимости от качества тепловой изоляции.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, транспортирование СПГ, испарение СПГ.

В наши дни использование сжиженного природного газа (СПГ) находит все большее применение. Потребитель понимает перспективу установки стационарных хранилищ СПГ в районах, находящихся на значительном удалении от газовых магистралей. В то же время поставщику целесообразно оптимизировать процесс периодической доставки СПГ. Согласно ведомственному руководящему документу (ВРД 39-1.10-064-2002) транспортную емкость СПГ необходимо вернуть на повторную заправку в холодном состоянии. В противном случае потребуются полный обогрев, продувка и повторное охлаждение сосуда, на что будет затрачено время и заметное количество жидкого криопродукта. **Целью работы** являлась оптимизация использования СПГ при перевозке с наибольшей эффективностью, путем исследования скорости испарения СПГ в зависимости от остатка.

Для примера был взят горизонтальный сосуд вытянутой формы и круглого сечения. Основными параметрами сосуда являются теплопроводность материала, из которого сделан сосуд, теплопроводность изоляции и геометрические характеристики. Величиной, определяющей степень заполнения криогенной емкости, служит угол β между вертикальной осью и радиусом, проведенным к уровню жидкости (рис. 1).

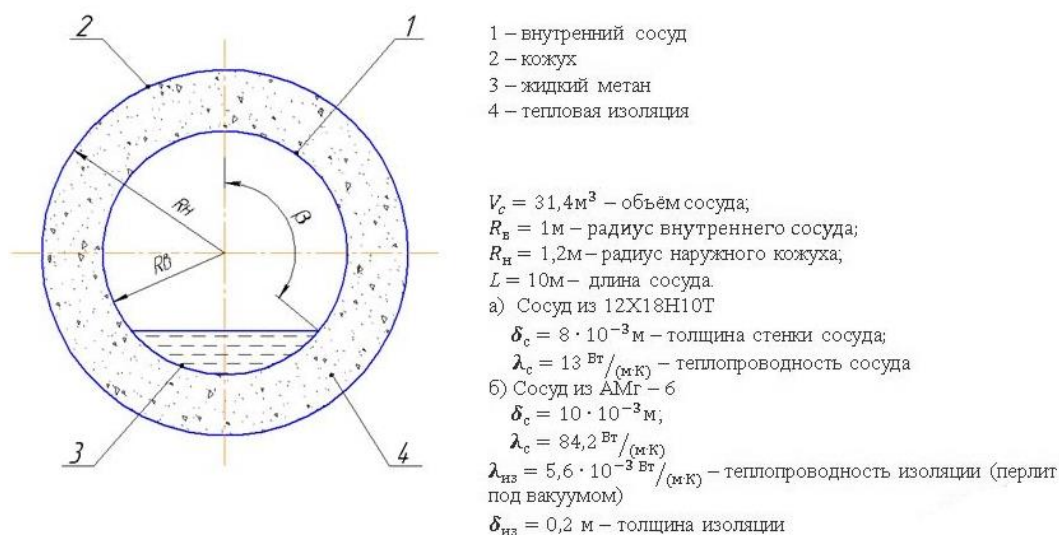


Рис. 1. Параметры горизонтального резервуара для СПГ

Методика расчета.

Степень заполнения сосуда:

$$\varphi = 1 - \frac{\beta}{\pi} - \frac{1}{2\pi} \sin 2(\pi - \beta). \quad (1)$$

Объем остатка метана в сосуде

$$V = \varphi V_c. \quad (2)$$

Масса остатка метана в сосуде

$$G = V \rho', \quad (3)$$

где ρ' – плотность жидкого метана при $T=114 \text{ К}$ ($p=0,122 \text{ МПа}$).

Теплоприток к внутреннему сосуду при условии его полного заполнения

$$Q_0 = \frac{2\pi\lambda_{из}L(T_0 - T)}{\ln\left(\frac{R_н}{R_в}\right)} + 2\pi R_в^2 \frac{\lambda_{из}}{\delta_{из}} (T_0 - T), \quad (4)$$

где T_0 – температура кожуха.

Комплекс α , учитывающий геометрические параметры резервуара

$$\alpha = \sqrt{\frac{\lambda_{из} \cdot R_B}{\lambda_c \delta_c \ln\left(\frac{R_H}{R_B}\right)}}. \quad (5)$$

Теплоприток к остатку жидкости находится из отношения теплопритока, зависящего от степени заполнения, к теплопритоку при условии полного заполнения сосуда.

$$\frac{Q}{Q_0} = 1 - \frac{\beta}{\pi} + \frac{\text{th}(\alpha\beta)}{\alpha \cdot \pi} \rightarrow Q. \quad (6)$$

Далее находится плотность парожиткостной смеси.

$$\rho_{см} = \frac{\rho' \varphi V_c + \rho'' (1 - \varphi) V_c}{V_c} = \text{const}. \quad (7)$$

Так как масса смеси остается неизменной, сосуд является закрытым и тем самым объем емкости остается постоянным, то примем, что в конце полного испарения жидкости плотность смеси равна плотности газа.

$$\rho''_k = \rho_{см}. \quad (8)$$

По этой плотности определяются конечные давление p_k и температура T_k [1]. При этом конечное давление не должно быть выше допустимого.

Далее находится средняя теплота парообразования.

$$r_{ср} = \frac{r_H + r_K}{2} \quad (9)$$

Определяется время полного испарения жидкости.

$$\tau = \frac{G \cdot r_{ср}}{3600 \cdot Q}. \quad (10)$$

Была рассчитана зависимость массы минимального остатка СПГ от продолжительности хранения для сосудов из сплавов 12X18H10T и АМг-6 (рис. 2, а).

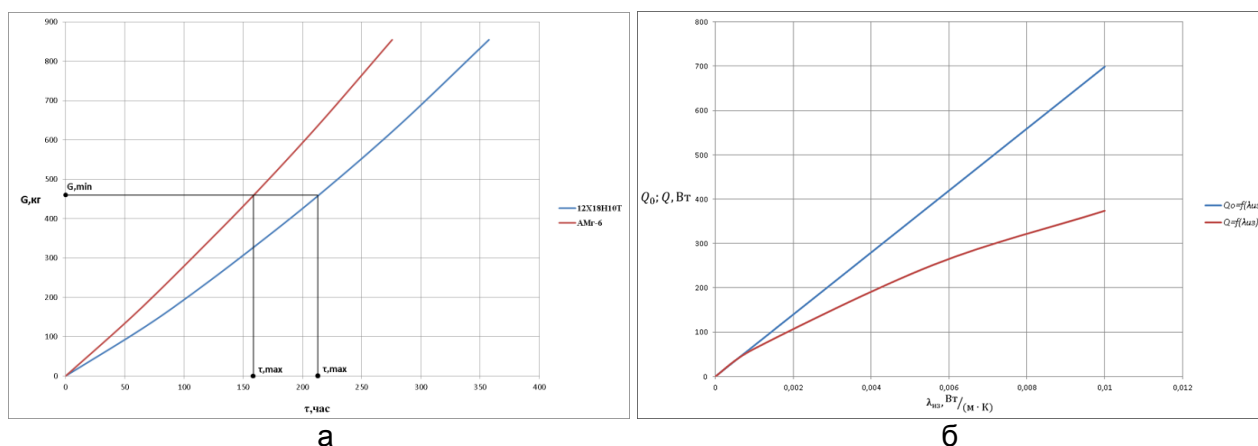


Рис. 2. Зависимости массы минимального остатка СПГ от продолжительности хранения (а) и теплопритока из окружающей среды от качества изоляции (б)

Также была рассчитана зависимость теплопритока из окружающей среды от качества изоляции (рис. 2, б).

Литература

1. Каганер М.Г. Тепловая изоляция в технике низких температур. – М.: Машиностроение, 1966. – 275 с.



Коченков Николай Викторович

Год рождения: 1963

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, к.т.н., доцент

e-mail: kochenkov63@mail.ru



Мотрев Александр Анатольевич

Год рождения: 1991

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, группа № W4202

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: motrev91@yandex.ru



Шакиров Ян Альбертович

Год рождения: 1989

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, группа № W4102

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: ya.yashakirr@yandex.ru

УДК 628.8+697.9

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ

Коченков Н.В., Мотрев А.А., Шакиров Я.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Коченков Н.В.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615876 «Повышение энергетической эффективности и экологической безопасности систем хладоснабжения и кондиционирования».

Рассмотрены особенности совместной работы системы кондиционирования воздуха (СКВ) и системы отопления по энергосберегающим режимам на базе термодинамической модели СКВ, для встроенного помещения и помещения с наружными ограждающими конструкциями. Сформировано условие для достижения оптимального режима совместной работы СКВ и системы отопления.

Ключевые слова: системы кондиционирования воздуха, СКВ, системы отопления, оптимальные, энергосберегающие режимы, совместная работа, термодинамическая модель.

Необходимость реализации большого потенциала энергосбережения в системах отопления вентиляции и кондиционирования (ОВК) стимулирует выпуск новой и корректировку существующей нормативной документации.

В последние годы был утвержден ряд документов регламентирующих, в том числе прогрессивное снижение нормативов расхода энергетических ресурсов в системах ОВК, необходимость выбора оптимальных функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений. Все эти положения требуют новых подходов при разработке схемных решений систем ОВК и систем автоматического управления.

Одним из таких подходов можно считать метод энергосберегающих режимов базирующийся на термодинамической модели системы кондиционирования воздуха (СКВ). Одной из целей данного метода является выбор оптимального технологического процесса обработки воздуха в СКВ для любой точки наружного климата с целью минимизации технологических показателей (ТП) – расходов воздуха, воды, теплоты и холода, в течение всего рассматриваемого промежутка времени (год, сезон, месяц и т.д.), что позволяет найти оптимальное функционально-технологическое решение СКВ [1, 2].

Термодинамическая модель СКВ позволяет исследовать работу не только самой СКВ, но и смежных систем микроклимата (СМК), для осуществления поиска оптимального варианта их совместной работы.

Для моделирования работы СКВ по энергосберегающим режимам, коллективом, возглавляемым до августа 2012 года д.т.н., профессором А.А. Рымкевичем, в составе к.т.н., доцента Н.В. Коченкова, к.т.н., ст.н.с. К.С. Чилина, инженера В.И. Салтан была разработана программа, позволяющая производить расчет ТП для различных конфигураций СМК за рассматриваемый период времени года. Доработка программы ведется и в настоящий момент на кафедре ХТиВЭ Университета ИТМО.

Рассмотрим принципы совместной работы СКВ и системы отопления (СО), используя идеальную термодинамическую модель СКВ и возможности разработанного программного обеспечения. Для идеальной термодинамической модели СКВ принимаются следующие допущения [1, 2]: дискретный ряд типоразмеров используемых элементов заменяется на непрерывный; параметры наружного, рециркуляционного и приточного воздуха в каналах его транспортировки и в вентиляторе не изменяются; распределение воздуха в рабочей зоне помещения обеспечивает равномерность его параметров, как по площади, так и по высоте; коэффициент организации воздухообмена равен 1.

Формирование термодинамической модели СКВ включает в себя следующие этапы: построение исходной термодинамической схемы (ИТС), характеризующей нагрузки на СКВ; выделение области наружного климата для рассматриваемой местности; построение расчетной термодинамической схемы (РТС) путем разделения области наружного климата на расчетные зоны; построение вектора процесса обработки воздуха в СКВ для каждой из зон; построение процессов обработки воздуха в СКВ.

В качестве обслуживаемого объекта рассматривается одно помещение или несколько помещений с однохарактерными тепловлажностными и газовыми нагрузками – объект I типа [1, 2]. Параметры воздуха в обслуживаемом помещении поддерживаются по диагонали $Y_a Y_b$. Значения нагрузок на СКВ приведены в таблице.

Таблица. Нагрузки на СКВ, отнесенные к площади пола помещения

№	Тепловая нагрузка, $q_{тв}$, кВт/м ²	Влажностная нагрузка, $w_{пм}$, г/(с·м ²)	Расход наружного воздуха, кг/(с·м ²)		Тепловые потери, $q_{тп}$, кВт/м ²
			Мин., $m_{\tilde{H}}$	Макс., $m_{\tilde{H}}$	
1	0,06	0,008	0,003	0,006	0
2	0,06	0,008	0,003	0,006	0,002

Построение ИТС осуществляется по каркасным точкам, к которым относятся: точки, характеризующие нормируемые параметры воздуха обслуживаемого помещения – Y_a и Y_b , для которых температура t_{y_i} и относительная влажность ϕ_{y_i} равны соответственно 18°C и 30%, 23°C и 60%; точки $\tilde{H}_i$ и $\hat{H}_i$, энтальпия I_{H_i} и влагосодержание d_{H_i} воздуха в которых определяется по формулам (1) и (2) соответственно.

$$I_{H_i} = I_{y_i} - \frac{q_{тв} + q_{со} - q_{тп}}{m_{\tilde{H}}}, \quad (1)$$

$$d_{H_i} = d_{y_i} - \frac{w_{\text{пм}}}{m_H}. \quad (2)$$

Дальнейшие рассуждения относятся к рисунку. Первый вариант исходных данных соответствует встроенному помещению, не имеющему наружных ограждающих конструкций и тепловых потерь в окружающую среду. Такой совокупности нагрузок соответствует ИТС-I (первый класс нагрузок). В данном случае увеличение тепловыделений от СО имеет смысл только в случае необходимости корректировки положения ИТС в одном из помещений объекта II типа (помещения с разнохарактерными тепло-влажностными и газовыми нагрузками). Неуправляемое увеличение тепловыделений от СО приведет к смещению опорных точек ИТС-I по линиям постоянного влагосодержания в направлении уменьшения энтальпии. Пока опорные точки ИТС-I находятся выше линии насыщения влажного воздуха, увеличение тепловой нагрузки в помещении от СО будет приводить к увеличению расхода воздуха второй рециркуляции. Когда опорные точки ИТС-I окажутся ниже линии насыщения влажного воздуха – в нерабочей области I-d диаграммы влажного воздуха (что соответствует второму и третьему классам нагрузок или их комбинациям) потребуется увеличение расхода воздуха, обрабатываемого в СКВ, за счет первой рециркуляции [2].

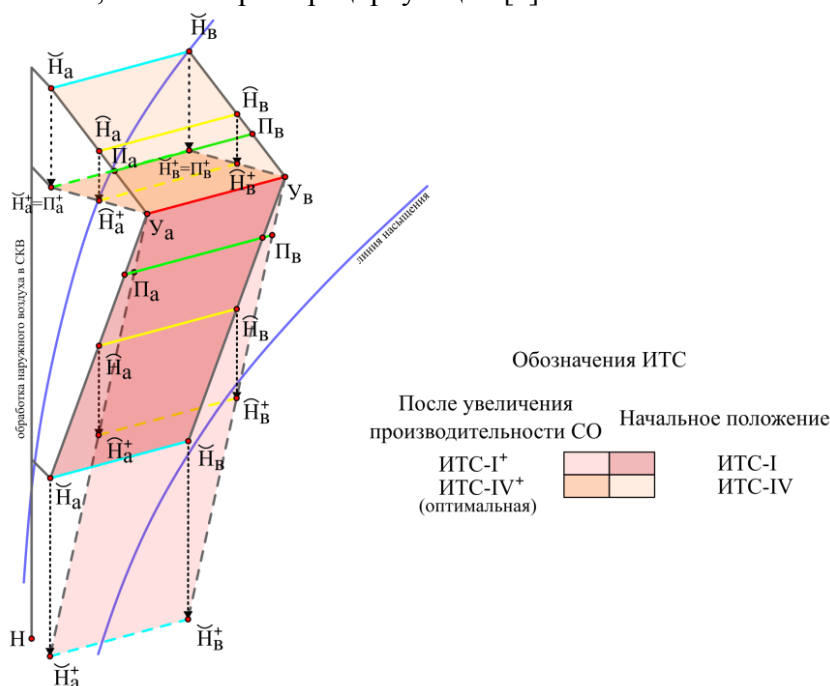


Рисунок. Изменение положения ИТС под действием дополнительных тепlopоступлений от СО

Второй вариант исходных данных соответствует помещению с наружными ограждающими конструкциями. Данной совокупности нагрузок соответствует ИТС-IV (четвертый класс нагрузок). Увеличение тепловой производительности СО, приводящее к смещению опорных точек ИТС-IV (аналогично как и в случае с ИТС-I), приводит к постепенному сближению диагонали $\check{H}_a\check{H}_b$, характеризующей требуемые параметры воздуха после обработки в СКВ при его минимальном расходе, к диагонали P_aP_b , характеризующей допустимые параметры приточного воздуха, что приводит к уменьшению объемного расхода воздуха второй рециркуляции. Когда диагонали $\check{H}_a\check{H}_b$ и P_aP_b совпадут, вторая рециркуляция не будет требоваться [2].

Таким образом, оптимальная совместная работа СКВ и СО возможна для четвертого класса нагрузок, когда СО компенсирует часть тепловых потерь, необходимую для смещения ИТС-IV в положение при котором диагональ $\check{H}_a\check{H}_b$ совпадает с диагональю P_aP_b [2].

Литература

1. Рымкевич А.А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха. – СПб.: НП «АВОК Северо-Запад», 2003. – 271 с.
2. Коченков Н.В. Энергосберегающие режимы систем кондиционирования воздуха: монография. Ч. 1. СКВ, обслуживающие помещения с однохарактерными нагрузками. – СПб.: ВКА им. А.Ф.Можайского, 2009. – 399 с.

**Коченков Николай Викторович**

Год рождения: 1963

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, к.т.н., доцент

e-mail: kochenkov63mail@ru

**Шакиров Ян Альбертович**

Год рождения: 1989

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, группа № W4102

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: ya.yashakirr@yandex.ru

УДК 628.8 + 697.9

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫХ И ГАЗОВЫХ НАГРУЗОК
В ПОМЕЩЕНИЯХ С РАЗНОХАРАКТЕРНЫМИ НАГРУЗКАМИ****Коченков Н.В., Шакиров Я.А., Сидоренков П.М.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Коченков Н.В.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615876 «Повышение энергетической эффективности и экологической безопасности систем хладоснабжения и кондиционирования».

В работе показано, как можно моделировать тепловлажностные и газовые нагрузки в помещениях, в том числе с разнохарактерными нагрузками в них. Основным инструментом при моделировании нагрузок является исходная термодинамическая схема, позволяющая представить эти нагрузки в графическом виде на $I-d$ -диаграмме влажного воздуха.

Ключевые слова: система кондиционирования воздуха, исходная термодинамическая схема, классы нагрузок, разнохарактерные нагрузки, технологическая схема обработки воздуха.

Рассматривается идеальная модель системы кондиционирования воздуха (СКВ), с допущениями, характерными для этой модели [1].

Нормируемые параметры воздуха в рабочей зоне помещения заданы в виде области $U_a U_b U_v U_g$, например, $t=20-24^{\circ}\text{C}$; $\varphi=30-60\%$. В этом случае параметры воздуха в рабочей зоне помещения за годовой цикл эксплуатации СКВ целесообразно поддерживать по диагонали $U_a U_v$. В частных случаях они могут быть заданы в виде линии, например, по изотерме ($t=22^{\circ}\text{C}$; $\varphi=30-60\%$) или по линии $\varphi=\text{const}$ ($t=20-24^{\circ}\text{C}$; $\varphi=45\%$), а также в виде точки, например, $t=22^{\circ}\text{C}$; $\varphi=45\%$.

Для обобщенной формы представления информации о тепловлажностных ($q_{\text{п}}$, $W_{\text{п}}$) и газовых ($m_{\text{н}}$, $m_{\text{г}}$) нагрузках в помещении используется исходная термодинамическая схема

(ИТС) модели СКВ, которая обеспечивает определение при этих нагрузках наилучшего режима функционирования СКВ, с точки зрения потребляемых расходов теплоты, холода, воздуха и воды на обработку воздуха.

ИТС может быть представлена как в аналитической, так и в графической форме. При графоаналитическом и компьютерном моделировании энергосберегающих режимов СКВ используется графическая форма представления ИТС на $I-d$ -диаграмме.

ИТС строится по точкам, названным опорными. При задании нормируемых параметров воздушной среды в помещении в виде «линии» опорными являются следующие точки ИТС (рис. 1): Y_a, Y_b , характеризующие на $I-d$ -диаграмме нормируемые параметры воздушной среды в помещении; $\tilde{H}_a, \tilde{H}_b$ и $\hat{H}_a, \hat{H}_b$, соответствующие расходам наружного воздуха $m_{\tilde{H}}$ и $m_{\hat{H}}$.

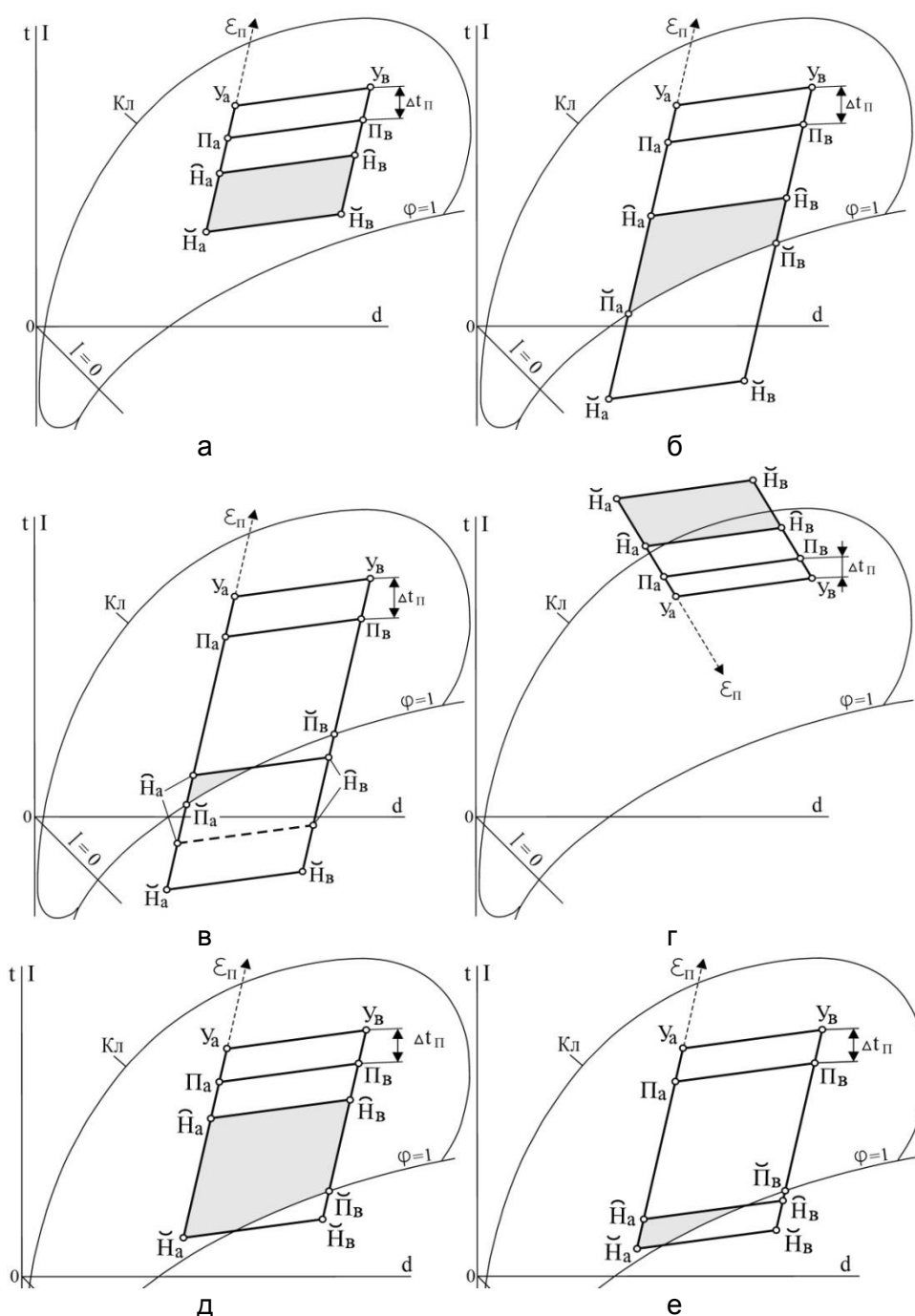


Рис. 1. ИТС идеальной модели СКВ при следующих классах нагрузок: I класс (а); II класс (б); (II+III), III (пунктирная линия) класс (в); IV класс (г); (I+II) класс (д); (I+III) класс (е)

Учитывая переменный характер тепловлажностных (q_{Π} , W_{Π}) и газовых ($m_{\text{H}}, m_{\text{H}}$) нагрузок в помещении, расположение опорных точек $\check{H}_i$ и $\hat{H}_i$ на $I-d$ -диаграмме может быть самым разнообразным. В этом разнообразии сделаны выборки определенных комбинаций их расположения, которые названы классами нагрузок [1]. На рис. 1 показаны четыре основных класса нагрузок, а также возможные их комбинации (I+II), (I+III), (II+III) [2].

Объекты, в помещениях которых требуется обеспечивать поддержание нормируемых параметров воздушной среды, разделяются на два типа (рис. 2):

1. объект первого типа, в котором имеется одно помещение с равномерно распределенными нагрузками по площади помещения, вследствие чего нормируемые параметры воздушной среды в нем могут обеспечиваться одной центральной СКВ (рис. 2, а). К этому же типу относятся объекты с несколькими помещениями, но в которых заданы одинаковые значения нормируемых параметров воздушной среды и имеют место однохарактерные тепловлажностные q_{Π_i} , W_{Π_i} и газовые m_{H_i} нагрузки:

$$\varepsilon_{\Pi_i} = q_{\Pi_i}/W_{\Pi_i} = \text{const} \text{ и } q_{\Pi_i}/m_{\text{H}_i} = \text{const}, \text{ и } W_{\Pi_i}/m_{\text{H}_i} = \text{const},$$

где i – номер помещения;

2. объект второго типа, в котором имеется несколько помещений с разными значениями нормируемых параметров (рис. 2, б) и (или) разнохарактерными в них тепловлажностными q_{Π_i} , W_{Π_i} (рис. 2, в) и (или) газовыми m_{H_i} (рис. 2, г) нагрузками:

$$\varepsilon_{\Pi_i} = q_{\Pi_i}/W_{\Pi_i} = \text{const} \text{ или } q_{\Pi_i}/m_{\text{H}_i} = \text{const}, \text{ или } W_{\Pi_i}/m_{\text{H}_i} = \text{const}.$$

В объекте второго типа нормируемые параметры воздушной среды в каждом помещении не могут быть обеспечены приточным воздухом от одной центральной СКВ. По этим признакам к объекту второго типа можно отнести также одно помещение, но в котором имеются несколько рабочих зон с явно выраженными различиями в значениях нормируемых параметров воздушной среды и (или) имеют место разнохарактерные нагрузки в рабочих зонах.

Вопросы, связанные с исследованиями процессов тепловлажностной обработки воздуха в СКВ, обслуживающих объекты второго типа, рассматривались в работах [3, 4].

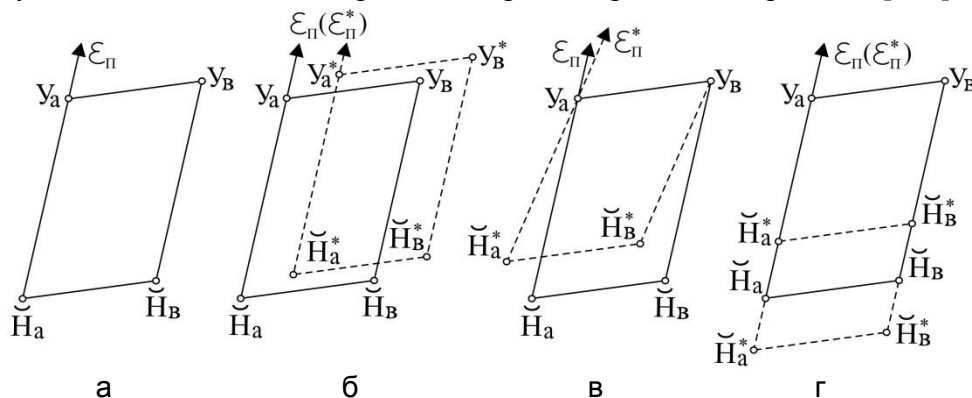


Рис. 2. Признаки объектов первого и второго типа: объект первого типа (а); объект второго типа (б–г)

Положение ИТС на $I-d$ -диаграмме характеризует тепловлажностные и газовые нагрузки в помещении в конкретный момент времени, и оно не зависит от принятой технологии обработки воздуха в СКВ.

Литература

1. Рымкевич А.А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха. – СПб.: АВОК С-3, 2003. – 271 с.
2. Коченков Н.В. Энергосберегающие режимы систем кондиционирования воздуха. Ч.1.

СКВ, обслуживающие помещения с однохарактерными нагрузками: моногр. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2009. – 399 с.

3. Коченков Н.В. Проблема разработки научно-методических основ создания систем кондиционирования воздуха для помещений с разнохарактерными нагрузками // Вестник международной академии холода. – 2014. – Вып. 3. – С. 48–52.
4. Коченков Н.В. Методика формирования конфигурации системы кондиционирования воздуха, обслуживающей помещения с разнохарактерными нагрузками // VI Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». – 2013. – С. 198–203.



Краснов Никита Григорьевич

Год рождения: 1986

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра инженерного проектирования, группа № W4127

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: krasnovng@gmail.com



Пронин Владимир Александрович

Год рождения: 1946

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра инженерного проектирования, д.т.н., профессор

e-mail: maior.pronin@mail.ru

УДК 621.56

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПЛАСТИНЧАТЫХ РЕКУПЕРАТОРАХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Краснов Н.Г.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Пронин В.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615874 «Оптимизация тепломассообменных процессов и проектных решений в системах жизнеобеспечения».

Одним из основных аспектов создания энергоэффективной системы вентиляции зданий и сооружений, является решение проблемы подогрева поступающего воздуха и сведения к минимуму потерь тепла при удалении отработанного воздуха. Для обеспечения процесса передачи тепла от удаляемого воздуха приточному, служат специальные устройства – теплоутилизаторы.

Ключевые слова: рекуператор, акипак, энергоэффективность.

По принципу действия и конструктивному исполнению все теплоутилизаторы можно разделить на два основных вида: рекуператоры и регенераторы. В первых устройствах теплообмен между потоками воздуха происходит через стенки каналов, разделяющих эти потоки в регенераторах, теплопередающим звеном служит специальная насадка, аккумулирующая тепло в нагретой зоне и отдающая это тепло в зону приточного воздуха.

Пластинчатый рекуператор представляет собой кассету, называемую теплообменным блоком, состоящую из набора тонких листов, которые могут быть выполнены из различных материалов: оцинкованной стали, алюминиевой фольги, пластика и специальной бумаги. Листы могут быть, как гладкими, так и гофрированными. Помимо материала, из которого выполнены элементы теплообменника, рекуператоры отличаются и по направлению воздушных потоков [1].

В перекрестноточном рекуператоре воздушные потоки направлены перпендикулярно друг другу, а в противоточном – в противоположных направлениях. Используя описанный принцип работы, пластинчатый рекуператор обеспечивает бесперебойный подогрев входящего воздуха в холодное время года, предотвращая эффект «обогрева улицы». В состав рекуперативной системы, кроме теплообменного блока, входит конденсатоотводчик, а также клапан, регулирующий интенсивность воздушных потоков.

Каждый из материалов, используемых для изготовления теплообменного блока, имеет как свои достоинства, так и недостатки:

- алюминиевые пластины или пластины из оцинкованной стали стоят сравнительно дешево, однако рекуператор, построенный на их основе, обладает сравнительно невысоким КПД и регулярно нуждается в использовании режима оттаивания;
- пластиковые теплообменники имеют более высокий КПД, но и стоят значительно дороже;
- пластины из специальной бумаги отличаются высокой эффективностью, однако их применение ограничено вследствие гигроскопичности;
- в целях повышения эффективности и уменьшения стоимости рекуператора авторами было предложено использовать в качестве пластин, листы акиплака (поликарбоната) [2].

Конструктивная схема рекуператора с пластинами из нового материала представлена на рис. 1.

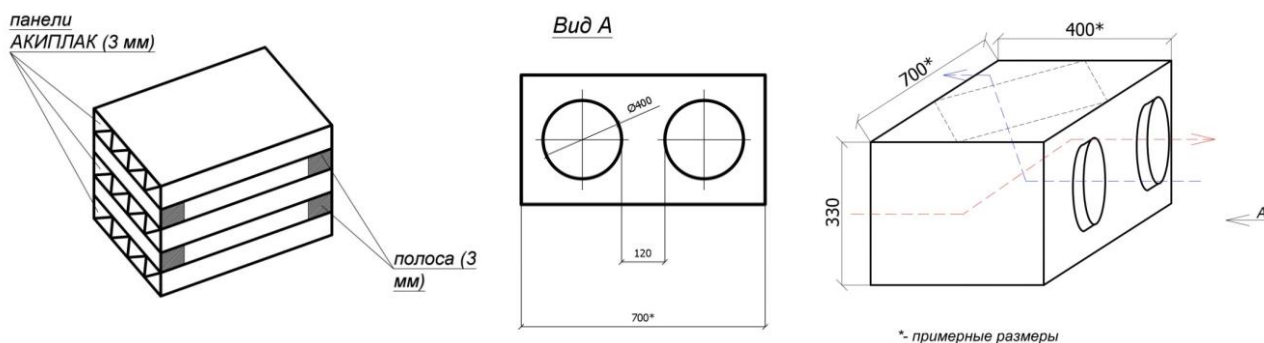


Рис. 1. Конструктивная схема рекуператора

На предприятии ООО «БТК_Комповент» были разработаны и изготовлены опытные образцы рекуператоров и произведены их натурные испытания.

Из конструктивной схемы видно, что приточные каналы рекуператора образованы гладкими поверхностями листов, а вытяжные каналы имеют ячеистую структуру. При этом площадь живого сечения приточных каналов определяется как:

$$f_{\text{ж.с.}} = \frac{W}{V},$$

где W – заданный расход [$\text{м}^3/\text{с}$]; V – оптимальная скорость потока воздуха [$\text{м}/\text{с}$].

С другой стороны площадь живого сечения вытяжных каналов из выражения:

$$f_{\text{ж.с.}} = n \cdot f_1,$$

где n – общее число ячеек для всего сечения вытяжного канала; $f_{1\text{я}}$ – площадь живого сечения одной ячейки. На схеме рис. 2 представлены данные экспериментальных исследований по оценке эффективности опытного образца рекуператора [3].

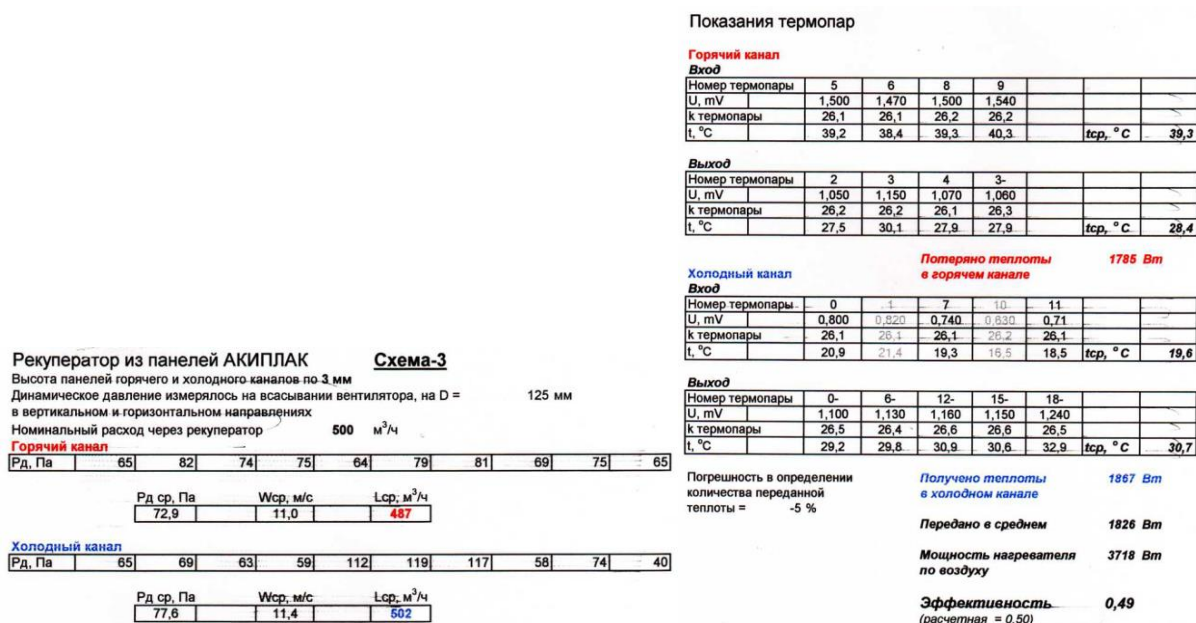


Рис. 2. Оценка эффективности рекуператора из акиплака

На графиках рис. 3 представлены опытные данные потерь давления в каналах рекуператора в зависимости от расхода воздуха.

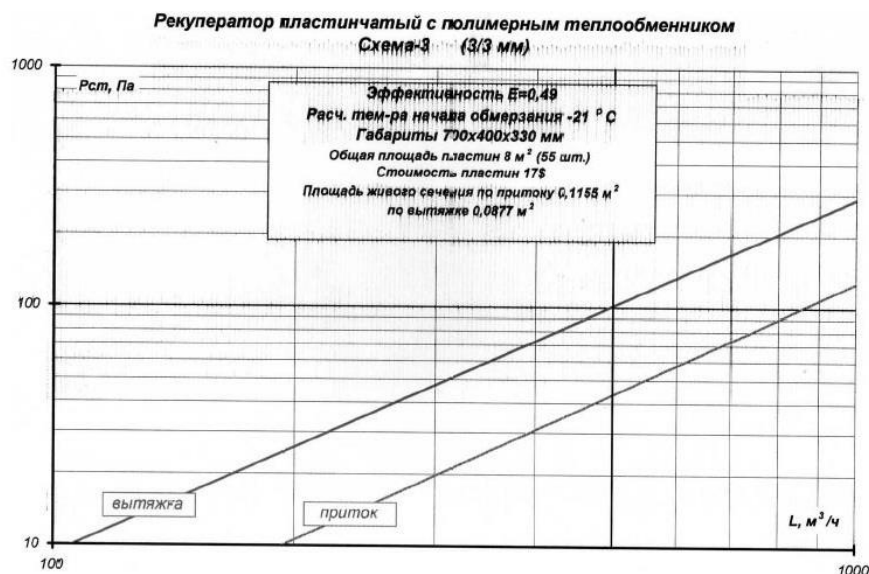


Рис. 3. Зависимость потери давления в каналах рекуператора от расхода воздуха

Таким образом, на основании выполненных исследований можно сделать вывод о перспективности применения акиплака для изготовления теплообменных блоков пластинчатых рекуператоров.

Литература

1. Белоногов Н.В., Пронин В.А. Энергоэффективные теплообменники в системах вентиляции // Теплоэнергоэффективные технологии. Информационный бюллетень. – 2003. – № 3(32). – С. 41–43.

2. Бурцев С.И., Кочетков С.И., Серебрякова М.В. Пакет пластинчатого теплообменника. Патент РФ № 2172909. – ЗАО «Бюро техники кондиционирования и охлаждения».
3. Белоногов Н.В., Пронин В.А. Экспериментальное исследование теплообмена в перекрестном пластинчатом рекуператоре // Изв. СПбГУНиПТ. – 2004. – № 1. – С. 41–43.

**Кременевская Марианна Игоревна**

Год рождения: 1961

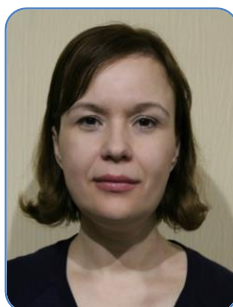
Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, к.т.н., доцент
e-mail: marianna.kremenevskaya@mail.ru**Глазова Алёна Эдуардовна**

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № T4205

Направление подготовки: 19.04.02 – Продукты питания из растительного сырья

e-mail: alyona.glazova@mail.ru

**Лебедева Татьяна Владимировна**

Год рождения: 1979

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № T4105

Направление подготовки: 19.04.02. – Продукты питания из растительного сырья

tujikova_tv@mail.ru

УДК 664.3

**СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ РЯДА ПЛАСТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ
НА ОСНОВЕ RIBES NIGRUM****Кременевская М.И., Глазова А.Э., Лебедева Т.В.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Кременевская М.И.**

В работе рассмотрено создание нового продукта – дип-соуса на основе ягод черной смородины с добавлением в рецептуру смеси модифицированного крахмала и модифицированного яичного белка. Сравнивалось использование немодифицированного кукурузного крахмала и модифицированного. Определено соотношение вносимых в рецептуру крахмалов и модифицированного яичного белка.

Ключевые слова: пластический продукт, черная смородина, дип-соус, *ribes nigrum*.

На сегодняшний день отечественный рынок пищевых продуктов представлен достаточно широким ассортиментом, однако внедрение новой разнообразной продукции по секторам представляется достаточно актуальным. В Северо-Западном регионе ограниченно представлен ряд пластических продуктов, в частности, дип-соусы, что создает предпосылки для производства данного вида продукции. Этот вид густых соусов отличается способом применения – его не поливают на пищевые продукты, а погружают продукты в соус. Соус – незаменимый компонент различных блюд. Он

играет важнейшую роль в формировании вкуса, аромата, сочности и других свойств готовых продуктов [1]. Использование же в рецептуре плодово-ягодных компонентов позволит дополнительно использовать необходимый для организма человека витаминно-минеральный комплекс дикорастущего и садового растительного сырья. Ягоды черной смородины благотворно влияют на иммунную систему, являются ценным источником биологически активных веществ капилляроукрепляющего, противосклеротического, противовоспалительного, сосудорасширяющего, антимикробного и мочегонного действия, способствуют активизированию защитных функций организма благодаря содержанию в них значительного количества витамина С (в зависимости от сорта около 200 мг на 100 г продукта), витаминов группы В, Е, К, веществ, обладающих Р-витаминной активностью. В плодах данной культуры отмечается высокое содержание пектина, что чрезвычайно важно при создании соусной продукции [2].

Особенностью создания дип-соуса из черной смородины являлось введение в рецептуру в качестве загустителей смеси кукурузного немодифицированного, модифицированного крахмала и модифицированного яичного белка, полученного методом химического гидролиза [3]. В ходе исследований было определено, что наилучшие реологические характеристики дип-соуса были получены в случае использования смеси модифицированных крахмала и яичного белка в соотношении 7:2. Полученные результаты позволили получить продукцию с заданными свойствами, которую можно использовать не только для нужд общественного питания, но и в производстве пищевых продуктов, которые подвергаются дальнейшей холодильной обработке.

Литература

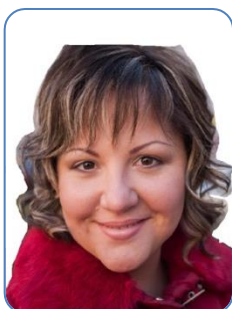
1. Сборник технологических инструкций по производству консервов. – Т. 3. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – С. 52–69.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edaplus.info/produce/blackcurrant.html>, своб.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://alternativa-sar.ru/spravochnik/165-modifitsirovannye-krakhmaly>, своб.



Кременевская Марианна Игоревна

Год рождения: 1961

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, к.т.н., доцент
e-mail: marianna.kremenevskaya@mail.ru



Юдина Ирина Юрьевна

Год рождения: 1982

Факультет биотехнологии и ресурсосберегающие инженерные системы
Направление подготовки: 19.04.02 – Продукты питания из растительного сырья
e-mail: Strujenko_irina@mail.ru

**Трапезникова Анастасия Сергеевна**

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № Т4205

Направление подготовки: 19.04.02 – Продукты питания из растительного сырья

e-mail: anastasijanushka@rambler.ru

**Базарова Наталья Валентиновна**

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № Т3410

Направление подготовки: 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: bazarowa.natali@yandex.ru

**Смагина Ольга Сергеевна**

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № Т3410

Направление подготовки: 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: olgaryabova24@gmail.ru

УДК 664.3

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО
ЯИЧНОГО БЕЛКА В ПРОИЗВОДСТВЕ СОУСОВ****Кременевская М.И., Юдина И.Ю., Трапезникова А.С., Базарова Н.В., Смагина О.С.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Кременевская М.И.**

В работе исследован процесс модификации яичного белка и определены его оптимальные режимы. Актуальность процесса модификации яичного белка связана с переработкой имеющихся побочных продуктов на многотоннажных майонезных производствах. Применение нового яичного продукта позволит расширить спектр выпускаемой продукции в пищевой отрасли. Разработанный модифицированный яичный продукт соответствует Техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции».

Ключевые слова: яичный белок, модификация, эмульсия, связующая система, майонез.

В настоящее время в пищевой промышленности наблюдается динамичное развитие масложировой отрасли [1]. Разрабатывается все больше новых продуктов, созданных в соответствии с последними достижениями и рекомендациями науки о питании.

Согласно данным Росстата и аналитическим исследованиям IndexBox объем производства майонезов в Северо-Западном округе составляет 33 тыс. тонн майонеза в год. В связи с тем, что в рецептуре майонезных продуктов используется только яичный желток, то возникает проблема эффективной переработки побочного продукта таких производств – яичного белка, объем которого только в регионе достигает 2,5 тыс. т/год.

Для определения наилучших режимов процесса модификации яичного белка проводили обработку сырья в растворах соляной кислоты малых концентраций при различных температурных режимах. Исследования показателей качества модифицированного продукта

в процессе холодильного хранения проводили при температуре $4 \pm 0,5^\circ\text{C}$ органолептическими и микробиологическими методами [2].

Разработанный модифицированный яичный белок имеет высокую эмульгирующую [3] и загущающую способность, а также обладает рядом важных преимуществ. Первое – это прозрачно-белый цвет, который достаточно легко превращается в любой другой, требуемый для данной продукции, и второе – по своим физико-химическим параметрам он близок к исходному куриному белку: плотность составляет $991,9 \text{ кг/м}^3$; pH – 7,53; количество сухих веществ – 11,78%; прочность – $15,4 \text{ г/см}^2$.

Новый продукт из модифицированного яичного белка может иметь заданные характеристики и использоваться в различных отраслях пищевой промышленности, в частности, в производстве дип-соусов и майонезов в качестве эмульгатора. Однако следует учитывать, что только благодаря правильному сочетанию используемых компонентов в рецептурах, можно получить широкую гамму соусов с заданным составом и свойствами на основе растительного и масло-жирового сырья.

Кроме того, существует возможность проектирования продукта с использованием традиционной основы и модифицированного яичного белка. Исследовано влияние внесения нового продукта в рецептуры майонезов с содержанием жира 50–67%. В майонезах и дип-соусах на его основе проверялись эффективная вязкость, pH, стабильность, кислотное число. Полученные результаты позволили разработать дип-соусы с заданными свойствами.

Результаты исследования:

1. определены оптимальные режимы процесса модификации яичного белка;
2. выявлено соответствие модифицированного яичного белка Техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) при холодильном хранении по микробиологическим показателям;
3. установлено, что результаты исследований дип-соусов с модифицированным яичным белком на основе майонеза не превышают допустимых по ГОСТ 31761-2012 «Майонезы и соусы майонезные. Общие технические условия» значений: стойкость эмульсии, процент неразрушенной эмульсии, не менее – 98; кислотное число, не более – 2,0 мг КОН; pH – 3,5–5,0; эффективная вязкость не менее $3,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Литература

1. Вакуленко О.В., Челябинов Е.В., Воронцова О.С., Тугуз М.Р., Ильинова К.Е. Анализ рынка и оценка потребительских мотиваций при выборе соусов // Новые технологии. – 2012. – № 1. – С. 4–9.
2. Николаев Б.Л. Исследования реологических характеристик майонеза летнего «Нежко» // Масложировая промышленность. – 2004. – № 4. – С. 40.
3. Чупикова Е.С., Градов Н.А., Ярочкин А.П. Пищевая эмульсия типа майонеза и способ ее получения: пат. 2017437 Российская Федерация. – 1994. – Бюл. № 22. – 8 с.



Кувардина Мария Юрьевна

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии и техносферной безопасности, группа № А4105

Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность

e-mail: marykuv@mail.ru

**Кустиков Юрий Анатольевич**

Год рождения: 1949

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии
и техносферной безопасности, к.т.н., доцент

e-mail: Y.A.Kustikov@vniim.ru

УДК 53.089.68,543.08

**КОНТРОЛЬ ТАБАЧНОЙ ПЫЛИ В СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКАХ ВЫБРОСОВ
ТАБАЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ****Кувардина М.Ю.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Кустиков Ю.А.**

В работе дана краткая характеристика табачного производства, перечислены вредные факторы, влияющие на организм работника. Предметом исследования явилась табачная пыль, рассмотрены ее физические свойства и параметры. По этим характеристикам подобран соответствующий анализатор пыли.

Ключевые слова: табачная пыль, анализатор пыли, метрологические характеристики средства измерения, массовая концентрация табачной пыли, стационарный источник выброса.

Табачное производство – отрасль промышленности, обрабатывающая табачное сырье и производящая табачные изделия. Основной профессиональной вредностью на табачных фабриках является мелкодисперсная табачная и махорочная пыль. Наибольшая запыленность образуется во время операций механической переработки сырья (при сортировке, прессовке, просеивании и упаковке). Содержание никотина в воздухе производственных помещений может достигать 4–6 мг/м³.

Согласно гигиеническому нормативу ГН 1.1.725-98 «Перечень веществ, продуктов, производственных процессов канцерогенных для человека» табачный дым и бездымные табачные продукты, в том числе табачная пыль, отнесены к бытовым и природным канцерогенам, т.е. веществам, способным вызывать у человека образование злокачественных и доброкачественных опухолей.

Целью работы являлось рассмотрение физических свойств табачной пыли, по приведенным параметрам пыли – подобрать соответствующий анализатор пыли.

Табачная пыль включает в свой состав такие вещества как: аммиак, фенолы, эфирные масла и др. Входящие в состав пыли вредные вещества поражают сердечно-сосудистую систему человека, его дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, нервную систему, органы зрения. Вдыхаемая табачная пыль насыщает организм никотином в пятнадцать раз сильнее, чем такое же количество выкуренного табака с тем же содержанием никотина.

Табачная пыль обладает малой плотностью и значительной парусностью, что способствует ее распространению даже незначительным током воздуха. Вредность пыли зависит от ее токсичности, размера частиц и концентрации в воздухе рабочей зоны. Табачная пыль содержит комплекс токсичных химических ингредиентов, основным из которых – никотин. Он обнаружен во всех пробах пыли и составляет от 0,81% до 2,70% от массы пыли [1].

Табачная пыль, как и другие промышленные пыли, полидисперсна, т.е. состоит из частиц различного размера. Дисперсный состав пыли подчиняется логарифмически нормальному закону распределения частиц по размерам. Дисперсный состав пыли также зависит от места отбора: более крупные фракции осаждаются ближе к источнику пылеобразования [1]. На рис. 1 представлена микрофотография табачной пыли.

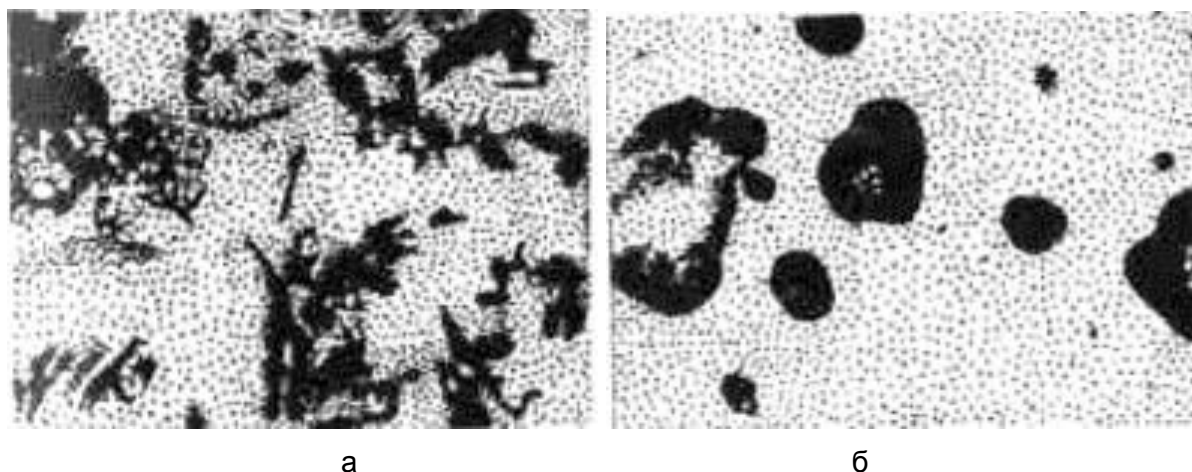


Рис. 1. Микрофотография табачной пыли, отобранной в системе пневмотранспорта листового табака (а); очертания частиц, отобранных в системе пневмотранспорта резаного табака (б)

Удельная поверхность табачной пыли составляет от $1810 \text{ см}^2/\text{г}$ (осажденная в циклоне I ступени очистки) до $7260 \text{ см}^2/\text{г}$ (витающая в воздухе папиросного цеха). Условный средний диаметр частиц пыли составляет соответственно от 18,5 до 4,64 мкм. При увеличении удельной поверхности частиц повышается их химическая и физическая активность. Плотность табачной пыли по данным, приведенным в различных источниках, составляет от 1,3 до $1,85 \text{ г}/\text{см}^3$. Среднее значение плотности пыли составляет $1,78 \text{ г}/\text{см}^3$. ПДВ стационарного источника выбросов на табачном производстве находится в пределах 1–5 $\text{мг}/\text{м}^3$.

Для контроля содержания взвешенных частиц пыли в воздухе рабочей зоны необходимо правильно подобрать метод и средство измерения [2].

Основными параметрами, по которым подбирается средство измерения, это диапазон измерения массовой концентрации пыли, а также условия эксплуатации:

- диапазон температуры окружающей среды;
- диапазон относительной влажности;
- диапазон атмосферного давления.

Таким образом, для табачной пыли по характеристикам, указанным в таблице, автором подобран анализатор табачной пыли FW 102.

Таблица. Физические параметры табачной пыли

Параметры табачной пыли	Значение величины
Средний диаметр, мкм	4,64–18,50
Плотность, $\text{г}/\text{см}^3$	1,78
Удельная поверхность $\text{см}^2/\text{г}$	1810–7260
ПДВ стационарного источника, $\text{мг}/\text{м}^3$	1–5

Анализатор табачной пыли FW 102 предназначен для автоматического измерения массовой концентрации табачной пыли в отходящих газах газоходов и дымовых труб табачных производств.

Принцип действия анализаторов табачной пыли FW 102 – оптический и основан на регистрации рассеянного излучения. Излучение лазерного диода просвечивает измерительную камеру. Находящиеся в траектории лазерного луча частицы рассеивают свет, регистрируемый фотоприемником. В результате получают интегральную интенсивность рассеянного света, значение которой, при постоянстве дисперсного состава, пропорционально массовой концентрации пыли [3].

Анализаторы пыли FW 102 состоят из двух блоков (рис. 2): измерительного зонда, который монтируется непосредственно к трубе газохода, и блока управления. Блок управления содержит встроенный насос для обдувки оптических деталей зонда. Органы управления и индикации расположены на лицевой панели блока управления. Результат измерения представлен в виде значения массовой концентрации пыли в $\text{мг}/\text{м}^3$.



Рис. 2. Внешний вид анализатора табачной пыли FW 102

По способу установки на месте эксплуатации анализаторы пыли FW 102 являются стационарными; по способу выдачи информации – цифровые; по способу управления – автоматические.

Метрологические и технические характеристики:

- диапазоны измерений массовой концентрации пыли $0\text{--}0,7 \text{ мг}/\text{м}^3$;
- пределы допускаемой приведенной погрешности в диапазоне $0\text{--}0,7 \text{ мг}/\text{м}^3 \pm 20\%$;
- пределы допускаемой относительной погрешности в диапазоне $0,7\text{--}5 \text{ мг}/\text{м}^3 \pm 20\%$;
- условия эксплуатации:
 - диапазон температуры окружающей среды от $+10$ до $+35^\circ\text{C}$;
 - диапазон относительной влажности от 20 до 80% при $+25^\circ\text{C}$;
 - диапазон атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа;
- параметры анализируемой среды:
 - температура от $+10$ до $+50^\circ\text{C}$;
 - перепад давления в месте установки зонда от -5 кПа до $+7$ кПа [3].

Результат исследования. Таким образом, в работе были рассмотрены физические свойства и параметры табачной пыли, на основании которых был подобран оптический анализатор пыли типа FW 102, соответствующий по всем метрологическим и техническим характеристикам, а следовательно, такой тип анализатора пыли можно применять на табачном производстве для контроля выбросов стационарных источников.

Литература

1. Штокман Е.А. Очистка воздуха. – М.: Изд-во АСВ, 1999. – 319 с.
2. Родионов А.И. и др. Техника защиты окружающей среды: учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
3. Приложение к свидетельству № 42773 об утверждении типа средств измерений. Анализаторы табачной пыли FW 102.



Кузнецов Артём Андреевич

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, группа № Т4202

Направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

e-mail: timurkins6@yandex.ru

УДК 536.222

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА ПРОЦЕССА ПАСТЕРИЗАЦИИ В СРЕДЕ LABVIEW

Кузнецов А.А.

Научный руководитель – к.ф.-м.н. Перепеловский В.В.

В работе рассмотрена задача моделирования процесса теплообмена, реализация модели в виде компьютерной программы. Моделирование процесса теплообмена проведено в программе LabVIEW. В основе математической модели теплообменника лежат формулировки законов сохранения массы и энергии. Для построения математической модели рассматриваются горячий и холодный теплоносители как две закрытые системы: они обмениваются энергией, но не обмениваются веществом, поскольку поверхность теплопередачи считается непроницаемой для вещества. Также реализован алгоритм поиска неизвестного коэффициента для нахождения требуемого расхода теплоносителя.

Ключевые слова: математическое моделирование, теплообмен, пастеризатор, LabVIEW, дифференциальные уравнения.

Моделирование является одним из наиболее распространенных способов изучения различных процессов и явлений. Широко используется в научных исследованиях, инженерной практике и во многих других областях. В процессе проектирования объектов и систем, важная роль отводится этапу моделирования. Математическая модель, реализованная на ЭВМ, позволяет решить обширный круг проблем. Она дает возможность одновременно определять характер изменения многих взаимосвязанных переменных, т.е. позволяет получить картину явлений, наиболее близко соответствующую процессам, реально наблюдаемым в отображаемом объекте [1–3].

Математическая модель процесса теплообмена (рис. 1) представляет собой некоторую совокупность математических соотношений, отражающих поведение теплообменника при наличии ограничений на параметры процесса и с учетом воздействия на объект внешних факторов.

В теплообменниках тепловой поток Q , передается от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую поверхность (поверхность теплопередачи) F .

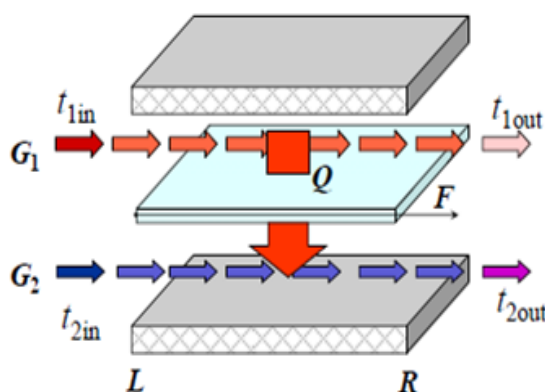


Рис. 1. Математическая модель процесса теплообмена

Процесс пастеризации представляет собой доведение температуры продукта до определенного технологическими требованиями значения, и выдержке его при этой температуре некоторое время, а также последующее охлаждение продукта до температуры хранения.

Существует несколько видов пастеризаторов, в данной работе рассмотрен пастеризатор типа «труба в трубе». Для определения математической модели были взяты следующие параметры теплообмена (таблица).

Таблица. Параметры теплообмена

входная температура холодного теплоносителя, °С	10
выходная температура холодного теплоносителя, °С	75–90
входная температура горячего теплоносителя, °С	95
расход холодного теплоносителя, кг/ч	1000–2000
расход горячего теплоносителя, кг/ч	1000–10000
теплоемкость холодного теплоносителя, кг/(Дж·°С)	3,9
теплоемкость горячего теплоносителя, кг/(Дж·°С)	4,187
коэффициент теплопередачи, Вт/(м·°С)	17,5

В основе математической модели теплообменника лежат формулировки законов сохранения массы и энергии. Для построения математической модели рассмотрим горячий и холодный теплоносители как две закрытые системы: они обмениваются энергией, но не обмениваются веществом, поскольку поверхность теплопередачи считается непроницаемой для вещества.

$$t_1 = 10 \quad (1)$$

$$t_2 = 90$$

$$\frac{dt_1}{dF} = -\frac{k}{c_1} (t_1 - t_2);$$

$$\frac{dt_2}{dF} = \frac{k}{c_2} \cdot (t_1 - t_2).$$

Дифференциальные уравнения определяют изменения искомых температур однофазных теплоносителей вдоль поверхности теплопередачи. Совместно с граничными условиями, задающими входные температуры теплоносителей (t_1 и t_2), уравнения составляют математическую модель теплообменника (1).

Коэффициент теплопередачи k (2) для плоской стенки вычисляется по формуле:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a_2}}, \quad (2)$$

где δ/λ – термическое сопротивление стенки.

Следующим шагом моделирования теплообменника является запуск математической модели в среде программирования LabVIEW. Данная программа очень близка к SCADA-системам, но в отличие от них в большей степени ориентирована на решение задач не столько в области АСУ ТП, сколько в области автоматизированной системы научных исследований (АСНИ).

Программа состоит из двух частей: блочной диаграммы и лицевой панели.

В блочной диаграмме (рис. 2) описывается логика работы виртуального прибора, вносятся параметры теплообмена.

Лицевая сторона модели теплообменника (рис. 3) формируется из трех блоков. Верхний блок описывает зависимость двух теплоносителей. Организован ввод начальных условий, уравнений, других параметров.

Средний блок отвечает за танк подпитки теплообменника. Объем танка, уровень, расход теплоносителя также расположены в этом блоке.

Нижний блок программы запускает вычисление, также в нем задаются параметры теплообмена.

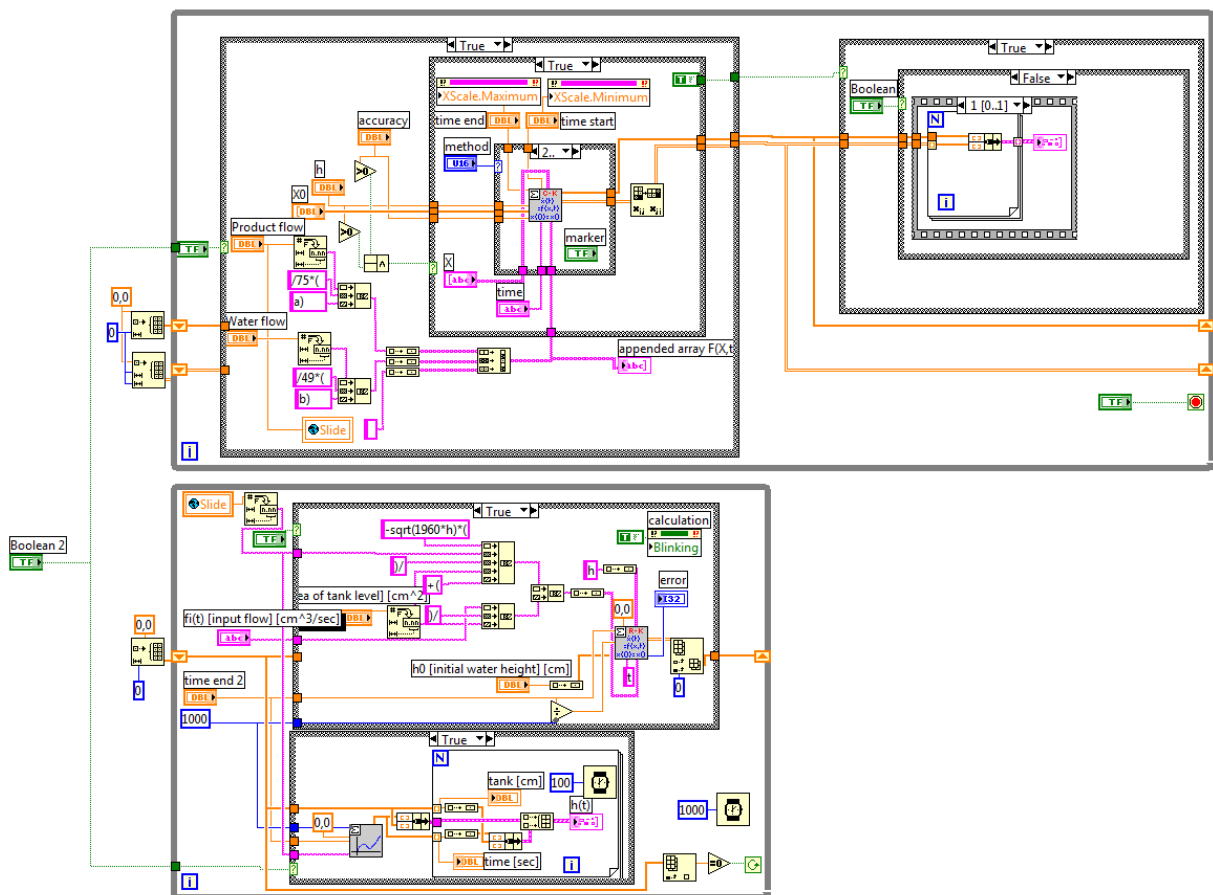


Рис. 2. Блочная диаграмма

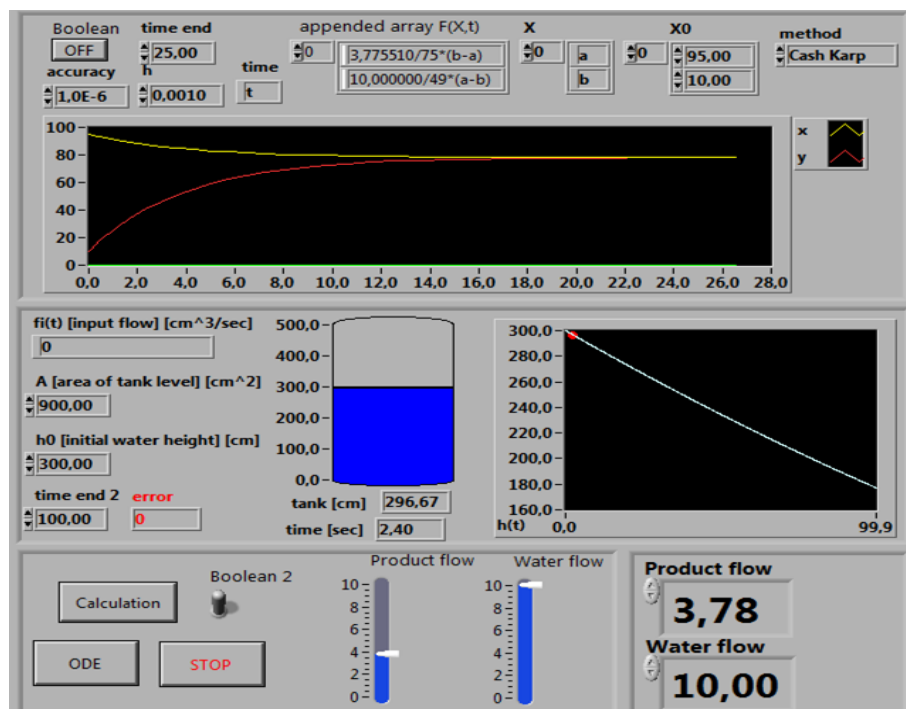
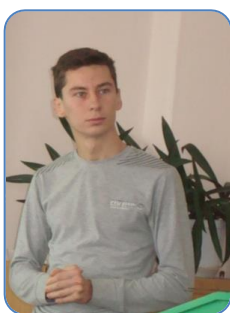


Рис. 3. Лицевая панель

Выводы. В ходе выполнения работы произведен сбор аналитических данных, которые в дальнейшем были преобразованы их в компьютерную модель теплообменника. **Цель работы** создание виртуального тренажера, обеспечивающего знакомство студентов с основами теплообмена.

Литература

1. Лазарев В.Л. Робастные системы управления в пищевой промышленности: учебное пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2003. – 150 с.
2. Коротких А.Г. Теплопроводность материалов: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 97 с.
3. Варгафтик Н.Б., Филиппов Л.П., Тарзиманов А.А., Тоцкий Е.Е. Теплопроводность жидкостей и газов. Справочные данные. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 472 с.



Кулишов Борис Александрович

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, аспирант

Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии

e-mail: nosfera-tu@mail.ru

УДК 664.655

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ДЕКОРАТИВНОЙ ПАНИРОВОЧНОЙ КРОШКИ И РАЗРАБОТКА МАШИННО-АППАРАТУРНОЙ СХЕМЫ

Кулишов Б.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Новоселов А.Г.

Рассмотрено понятие декоративной панировочной крошки, отличие ее от панировочной сухарей, а также традиционная схема производства панировочных сухарей. Приведена классификация способов выпечки хлеба как сырья для производства панировочной крошки, указаны преимущества и недостатки. Обосновано применение способа электроконтактной выпечки хлеба для производства декоративной панировочной крошки.

Ключевые слова: хлеб, панировка, электроконтактная выпечка, декоративная панировочная крошка.

Декоративная панировочная крошка – это продукт, предназначенный для панировки кулинарных изделий при обжарке или запекании. Отличается от панировочных сухарей наличием в рецептуре красителей, за счет которых возможно производить крошку различных цветов.

Область применения данного продукта достаточно широкая: панировка полуфабрикатов из говядины, свинины, мяса птицы, рыбы, овощей и их смесей.

Применение декоративной панировочной крошки в качестве внешнего слоя при обжарке и выпечке позволяет получить высокие органолептические свойства готовых продуктов, такие как консистенция, вкус, запах, а также позволяет предотвратить чрезмерную потерю влаги, и обеспечить привлекательный внешний вид продукции. Использование современного оборудования и технологий производства, а также маркетинговые исследования и продвижение обусловили значительную популярность панированных продуктов в сетях небезызвестных ресторанов быстрого питания. Стоит отметить, что качество используемой панировки и режимов термообработки во многом влияет на органолептические качества готовой продукции, и, таким образом, вклад этого компонента нельзя недооценивать.

Требования к декоративной панировочной крошке регламентируются стандартами, используемыми для панировочных сухарей, в частности [1]. Данный стандарт регламентирует требования к производству и сырью, из которого вырабатываются панировочные сухари, а также органолептические показатели.

На данный момент существует широко распространенный способ производства декоративной панировочной крошки, когда в качестве сырья используется возвратная хлебная продукция, классифицированная как брак и не подлежащая дальнейшему сбыту. Из нее отбирается только продукция из пшеничной муки безо всяких добавок. Ассортимент регламентирован выше упомянутым стандартом. После чего из хлебной продукции получают сухари, осуществив стадию резки и сушки. Полученные сухари дробятся, затем просеиваются, и для панировки используется только соответствующая фракция сухарей [2].

При централизованном производстве декоративной панировочной крошки возможно сразу выпекать хлебные заготовки по необходимой рецептуре вместо использования брака. Дальнейший технологический процесс происходит аналогично.

Существенным недостатком данной технологии производства является использование в качестве сырья коркового хлеба, а также отсутствие в рецептуре красителей. Корка отрицательно влияет на пищевую ценность продукта. Поскольку корка – это более прочная часть хлеба, чем мякиш, на этапе измельчения сухарей для ее разрушения необходимо затратить больше механической энергии. Помимо этого, корка более хрупкая, чем мякиш, и при измельчении она превращается в хлебную пыль, которая либо отсеивается при контрольном просеивании, приводя к потерям готовой продукции, либо улетучивается с воздухом на этапе панировки, повышая запыленность производственного помещения и также вызывая потери и повышенный расход крошки.

Резюмируя данный недостаток, можно предположить иную схему производства декоративной панировочной крошки, например, с использованием бескоркового хлеба для производства хлебных заготовок.

Существует несколько способов выпечки, которые позволяют получить хлеб без корки [2]:

- выпечка в атмосфере пара (насыщенного, либо перегретого, либо комбинация этих двух режимов);
- выпечка в поле токов сверхвысокой частоты;
- выпечка электроконтактным способом.

Следует отметить, что выпечка в атмосфере пара предполагает очень большую длительность процесса (до 12 ч), и высокие энергозатраты.

Выпечка в поле сверхвысокой частоты позволяет получить продукцию хорошего качества, но подразумевает использование достаточно сложного оборудования.

Наибольший интерес представляет использование метода электроконтактной (ЭК) выпечки.

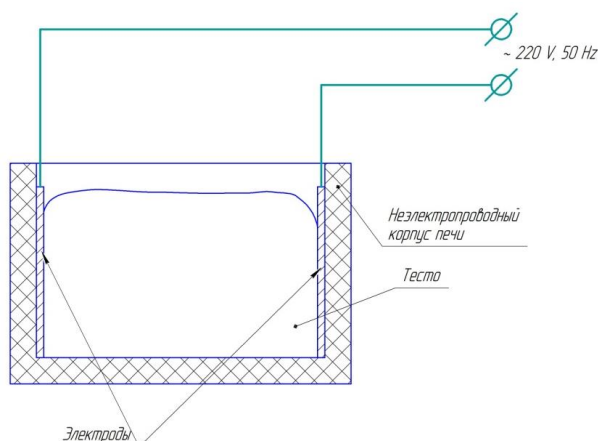


Рис. 1. Схема проведения процесса ЭК выпечки

Сущность заключается в пропускании через тестовые заготовки переменного тока промышленной частоты (рис. 1). В силу того, что тесто обладает проводимостью и электрическим сопротивлением, в нем, как и во всяком проводнике, возникает выделение теплоты в соответствии с законом Джоуля–Ленца. Преимуществами данного способа выпечки является очень низкие энергозатраты по сравнению с остальными способами выпечки, высокая интенсивность процесса, и простота печей для осуществления процесса.

Отсутствие корки у готовых хлебных заготовок позволяет получить на выходе продукцию высокого качества.

На рис. 2 представлена предполагаемая машинно-аппаратурная схема производства декоративной панировочной крошки. Первая стадия – подготовка сырья: мука просеивается, очищается от металломагнитных примесей, соль и сахар разводятся в теплой воде, после чего растворы отстаиваются и фильтруются, дрожжи разводятся в воде. После чего мука взвешивается, и поступает в дежу тестомесильной машины, куда также добавляются остальные компоненты в соответствии с рецептурой. В тестомесильной машине происходит замес теста, которое после делится на куски в тестоделительной машине и направляются в расстоечный шкаф для расстойки. После расстойки тестовые заготовки загружаются в ЭК-печь и выпекаются до готовности. На следующей стадии готовый хлеб режется на куски в хлеборезке, и далее загружается в сушильный шкаф, где высушивается до состояния сухарей. Полученные сухари подвергаются дроблению до состояния крошки. После дробления крошка проходит стадию контрольного просеивания, и отправляется на упаковку.

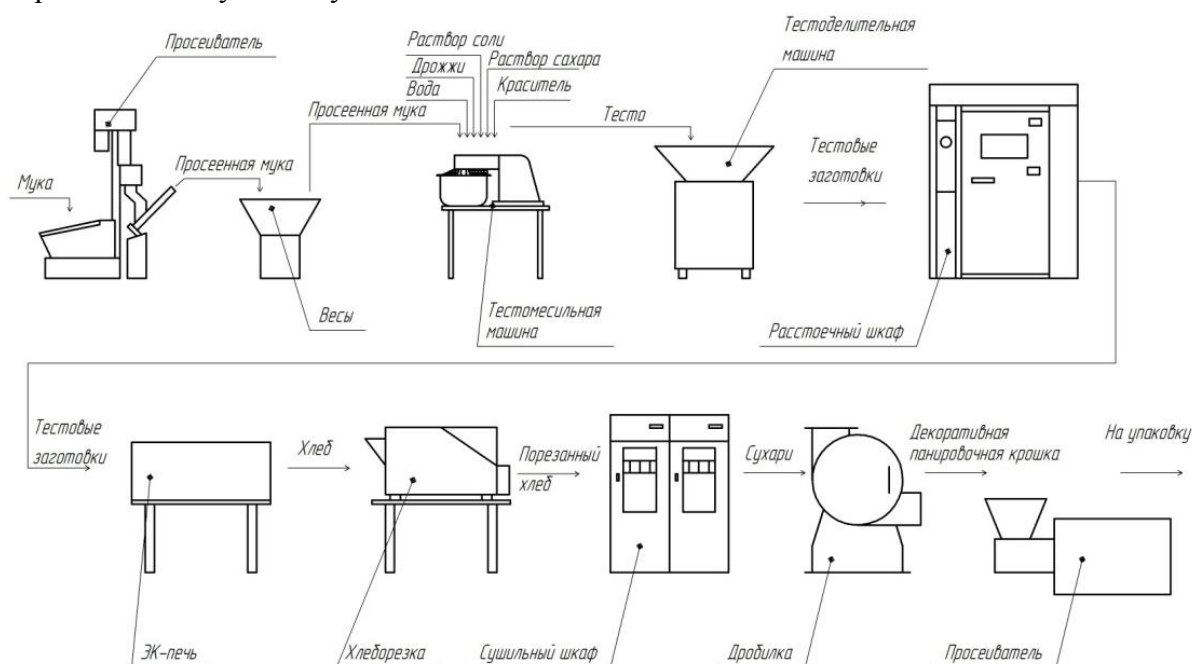


Рис. 2. Машинно-аппаратурная схема производства декоративной панировочной крошки

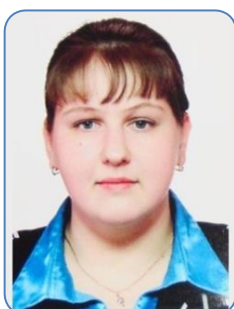
Применение ЭК-выпечки в производстве декоративной панировочной крошки сулит много преимуществ. Для успешной реализации этого способа необходимо решить следующие задачи:

1. создание экспериментальной установки для исследования ЭК-выпечки;
2. анализ влияния рецептуры теста, в частности, дозировок соли и сахара, на параметры процесса, длительность процесса, на выход хлеба и одновременное соблюдение требований к органолептическим параметрам хлеба;

3. анализ влияния напряжения, тока, частоты тока на процесс, на выход хлеба и органолептические свойства, длительность выпечки;
4. анализ возможности снижения параметров тока до безопасных и влияние этого снижения на длительность процесса, выход хлеба, и органолептические характеристики.

Литература

1. ГОСТ 28402-89. Сухари панировочные. Общие технические условия. – Введен 01.01.1991. – М.: Стандартинформ, 2010. – 4 с.
2. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник. – 9-е изд.; перераб. и доп. / Под общ. ред. Л.И. Пучковой. – СПб.: Профессия, 2005. – 416 с.



Курганова Екатерина Владимировна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра прикладной биотехнологии, аспирант

Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология
и биотехнологии

e-mail: kattia280693@yandex.ru



Арсеньева Тамара Павловна

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра прикладной биотехнологии, д.т.н., профессор

e-mail: tamara-arseneva@mail.ru

УДК 663.674/637.146

ПОДБОР КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО ЩЕРБЕТА ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Курганова Е.В., Арсеньева Т.П.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Арсеньева Т.П.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615872 «Биотехнология поликомпонентных продуктов питания функционального и специального назначения».

В работе проведен подбор компонентов для разрабатываемого ферментированного щербета с целью расширения ассортимента замороженных десертов и рационализации использования сырьевых источников, используемых в пищевой промышленности, а также сырья вторичного происхождения.

Ключевые слова: щербет, замороженный десерт, здоровое питание, разработка рецептур, ферментирование.

Здоровое питание (здоровая диета, англ. healthy diet) – это питание, обеспечивающее рост, нормальное развитие и жизнедеятельность человека, способствующее укреплению его здоровья и профилактике заболеваний. Соблюдение правил здорового питания в сочетании с регулярными физическими упражнениями сокращает риск хронических заболеваний и расстройств, таких как ожирение, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, повышенное давление и рак [1–3].

В настоящее время мороженое пользуется высоким потребительским спросом практически во всех странах мира, что объясняется не только его высокими вкусовыми качествами, но и

пищевой и биологической ценностью. К сожалению, большинство из представленных на рынке десертов не обладают функциональной направленностью, и для людей, страдающих диабетом I и II типа, отсутствует промышленное производство данных продуктов.

Наряду с мороженым – любимым продуктом детей и взрослых востребован щербет на молочной основе, поэтому разработка состава и технологии ферментированного щербета для здорового питания является перспективным.

Для разработки мороженого щербета необходимо, прежде всего, осуществить подбор компонентов, которые выбирали по следующим критериям: не содержащие сахарозу; обладающие функциональными свойствами; сочетаемостью между собой; потребительским предпочтением (исходя из данных маркетингового исследования); экономической целесообразностью.

На начальном этапе, согласно анализа литературных данных, теоретически рассчитана рецептура щербета. В состав которой входит: сухое обезжиренное молоко, пахта, сывороточный белковый концентрат, закваска, стабилизатор-эмульгатор, заменители сахара. Для повышения биологической ценности данного вида замороженного щербета проводится ферментация. К достоинству данного вида щербета можно отнести отсутствие жира и повышенное содержание кальция и белка.

В качестве молочной основы использовали сухое обезжиренное молоко и сухую пахту и концентрат белковый сывороточный. В целях стабильности показателей качества готового продукта использовали сухое обезжиренное молоко и пахту одной партии.

На основании маркетинговых исследований выявлено, что большая часть населения Российской Федерации предпочитает в качестве наполнителя к молочным продуктам ягодные добавки.

Для выбора вида ягод необходимо провести сравнительный анализ данной группы наполнителей, представленный: по составу в табл. 1, витаминам в табл. 2, минеральным веществам в табл. 3 [4].

Таблица 1. Состав плодово-ягодных наполнителей

Содержание в 100 г продукта	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Пищевые волокна	Зола	Калорийность, ккал
ЯГОДЫ						
Лесные ягоды						
Брусника	0,7	0,5	8,2	2,5	0,2	46
Голубика	1,0	0,5	6,6	2,5	0,3	39
Клюква	0,5	0,2	3,7	3,3	0,3	28
Черника	1,1	0,6	7,6	3,1	0,4	44
Ягоды садовые						
Вишня	0,8	0,2	10,6	1,8	0,6	52
Клубника	0,8	0,4	7,5	2,2	0,4	41
Малина	0,8	0,5	8,3	3,7	0,5	46

Таблица 2. Содержание витаминов в плодово-ягодных наполнителях

Содержание в 100 г продукта	В ₁ , мг	В ₂ , мг	РР, мг	С, мг
ЯГОДЫ				
Лесные ягоды				
Брусника	0,01	0,02	0,2	15,0
Голубика	0,01	0,02	0,3	20,0
Клюква	0,02	0,02	0,2	15,0
Черника	0,001	0,02	0,3	10,0

Содержание в 100 г продукта	B ₁ , мг	B ₂ , мг	PP, мг	C, мг
Ягоды садовые				
Вишня	0,03	0,03	0,4	15,0
Клубника	0,03	0,05	0,3	60,0
Малина	0,02	0,05	0,6	25,0

Таблица 3. Содержание минеральных веществ в плодово-ягодных наполнителях

Содержание в 100 г продукта	Na, мг	K, мг	Ca, мг	Mg, мг	P, мг	Fe, мг
ЯГОДЫ						
Лесные ягоды						
Брусника	7	90	25	7	16	0,4
Голубика	6	51	16	7	8	0,8
Клюква	1	119	14	15	11	0,6
Черника	6	51	16	6	13	0,7
Ягоды садовые						
Вишня	20	256	37	26	30	0,5
Клубника	18	161	40	18	23	1,2
Малина	10	224	40	22	37	1,2

При выборе ягод основывались на функциональной характеристике и экономической выгоде и доступности.

Из ягод выбраны клубника, вишня и брусника, которые можно использовать в натуральном, так и в замороженном виде не зависимо от сезонности. Из клубники, вишни и брусники готовили ягодный микс. Устанавливали дозу внесения каждой из ягод.

Готовили опытные образцы микса из ягод вишни, клубники и брусники и проверяли их сочетаемость по вкусу и аромату.

Соотношение вишни, клубники и брусники в образцах использовалось 1:1:1, 1:2:2, 1:2:3 и 2:2:3. Органолептическая оценка образцов с разным соотношением ягодных компонентов представлена на рисунке.

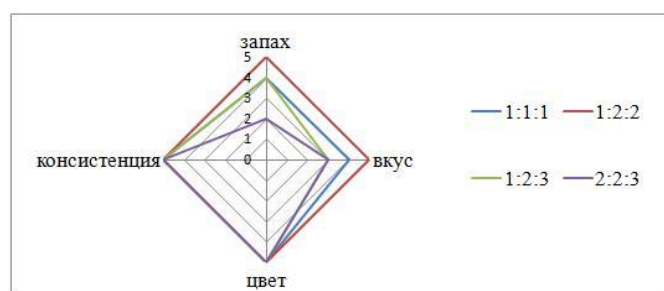


Рисунок. Профилограмма органолептических показателей образцов с разным соотношением ягодных компонентов

Как видно из данных представленных на рисунке, образец № 1 обладает недостаточно выраженным фруктовым вкусом, в образцах № 3 и № 4 вкус брусники был слишком интенсивным и навязчивым. В образце № 4 – преобладает вкус и аромат вишни. Образец № 2 был наиболее сбалансирован по вкусу и аромата и полноте вкусовой палитры. На основании экспериментальных исследований в дальнейшем использовали соотношение вишни, клубники и брусники – 1:2:2.

При выборе концентрации внесения ягодного микса основывались на консистенции готового замороженного десерта. Готовили образцы смесей ягодного замороженного щербета, в которых варьировали концентрацию наполнителя от 20% до 45% от смеси, с шагом 5%. Необходимое соотношение компонентов ягодного и фруктового микса

добавляли в экспериментальные образцы – согласно рецептуре. Затем образцы подвергали фризерованию в фризере периодического действия без принудительной подачи воздуха, после чего оценивали органолептические показатели полученного продукта.

По данным органолептической оценки наиболее однородным является образец с концентрацией пюре 25%. С увеличением концентрации ягодного пюре однородность консистенции готового щербета ухудшается.

Следующей задачей перед авторами будет стоять подбор сахарозаменителя и стабилизатора.

Литература

1. Арсеньева Т.П. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 4. Мороженое. – СПб.: ГИОРД, 2002. – 184 с.
2. Арсеньева Т.П., Яковлева Ю.А. Разработка рецептуры мороженого с растительными компонентами // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 1. – С. 75–78.
3. Арсеньева Т.П., Яковлева Ю.А., Максотова Р.М., Оразбек А.О. Низколактозное сливочное мороженое для диабетиков // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: процессы и аппараты пищевых производств. – 2012. – № 1. – С. 11.
4. Скурихин И.М. и др. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.



Курносова Виктория Владимировна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4232

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: kurnsem1711@rambler.ru



Сергиенко Ольга Ивановна

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент
e-mail: oisergienko@yandex.ru

УДК 338.04+504.06

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПУТЕМ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ВНЕДРЕНИИ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА

Курносова В.В., Сергиенко О.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сергиенко О.И.

В работе рассмотрены новые требования Европейского Союза (ЕС) по предотвращению загрязнения окружающей среды в пищевой отрасли на основе внедрения наилучших доступных технологий. Приведены сведения о маркерных веществах и процессах в производстве пива и безалкогольных напитков, а также мясопродукции.

Ключевые слова: ресурсная эффективность, предотвращение загрязнения, окружающая среда, наилучшие доступные технологии, маркерные вещества.

Современный уровень развития российской пищевой промышленности и состояние ее сырьевой базы требуют новых подходов к проблеме использования ресурсов. Повышение ресурсной эффективности напрямую способствует снижению антропогенной нагрузки на биосферу за счет сокращения расхода природного газа, электроэнергии, воды и экономии сырья и материалов на производство единицы продукции. Внедрение наилучших доступных технологий позволит максимально использовать ценные компоненты сырья, а также исключать или снижать экологический ущерб с одновременным получением экономических результатов.

Целью работы являлось изучение современной базы европейских нормативных и справочных документов в области наилучших доступных технологий (НДТ), а также системы природоохранного законодательства Европейского Союза (ЕС). Актуальность темы подтверждается тем, что процесс разработки информационно-технических справочников НДТ сейчас происходит в нашей стране в связи с государственным реформированием системы экологической регламентации на основе технологических нормативов, соответствующих НДТ.

Основным принципом природоохранного законодательства ЕС, предусмотренным Директивой 96/61/ЕС «О комплексном контроле и предотвращении загрязнения» [1], являлось постоянное снижение уровня воздействия на окружающую среду. В целях создания равновесия между требованиями минимизации загрязнения и реальными техническими возможностями Директивой 96/61/ЕС было предусмотрено применение механизма расчета показателей воздействия на основе «наилучших доступных технологий».

В соответствии с Директивой 2010/75/ЕС «О промышленных выбросах и контроле загрязнения» было создано Европейское бюро НДТ для разработки отраслевых справочных документов с показателями НДТ [2]. Для облегчения сбора и обмена информацией были созданы 33 технические рабочие группы (ТРГ), одна из которых в 2006 г. впервые разработала справочный документ о НДТ для производства пищевых продуктов, напитков и молока FDM BREF 08 [3, 4]. В сентябре 2014 г. в Севилье были получены рекомендации по дополнению и изменению текста данного справочника с учетом новых технологий, появившихся на рынке и ставших доступными для производителей пищевой отрасли [5].

Начальные положения рекомендаций свидетельствуют о необходимости рассмотрения вспомогательных процессов производства, где сосредоточены источники ключевых экологических проблем пищевой отрасли – получении и потреблении энергии, воды, сокращении сбросов, выбросов и запаха.

Пересмотр справочного документа включал в себя также и оценку текущей ситуации по отдельным отраслям пищевой промышленности, не вошедшим в текст FDM BREF 08.2006.

В положениях, касающихся производства пива, были выделены сбросы сточных вод в производстве традиционного и безалкогольного пива. Было отмечено, что необходимо дифференцировать информацию о применяемых методах и процессах очистки сточных вод, потребления воды и энергии с учетом ассортимента продукции.

Ранее производство безалкогольного пива не рассматривалось. В новой редакции справочника FDM должны быть предоставлены данные о сбросах сточных вод по следующим показателям: ХПК, БПК, общий органический углерод, взвешенные вещества, азот общий, азот аммонийный и фосфор общий в единицах концентрации (мг/л), с учетом расхода сточных вод (м³/ед. времени) или с учетом экологической нагрузки (т/ед. времени).

В производстве безалкогольного пива будут приведены данные о потенциале глобального потепления выбросов в атмосферу, не связанных с производством энергии, а

также о выбросах пыли, об источниках запаха и методах борьбы с ними. Экономия воды и мероприятия по восстановлению CO_2 в процессах ферментации также должны быть рассмотрены. Особое внимание будет уделяться вопросам рекуперации тепла и процессу мойки бутылок.

В новом справочном документе будет рассмотрено также и производство других безалкогольных напитков. В качестве маркерных веществ будут рассмотрены содержание общего органического углерода и ХПК (т/ед. конечного продукта). В качестве основных процессов, создающих экологическую нагрузку, будут рассмотрены методы и процессы очистки сточных вод с учетом ассортимента продукции.

Основные положения в области производства мясопродукции касались сбросов сточных вод и выбросов в атмосферу. Технической рабочей группой было предложено использовать следующие маркерные вещества для сточных вод: общий органический углерод, ХПК, БПК, взвешенные вещества, азот общий, азот аммонийный, фосфор общий и жиры в соответствующих единицах концентрации, объема и массы. Было предложено собирать информацию о применяемых методах и процессах очистки сточных вод с учетом ассортимента продукции. В качестве актуального дополнения был сделан акцент на процессе копчения с указанием содержания в выбросах от коптильных печей летучих органических соединений (в мг/м^3) и с соотношением к расходу дымовых газов в $\text{м}^3/\text{ч}$.

Впервые были рассмотрены процессы жарки и приготовления пищи, и рассмотрены связанные с ними выбросы в атмосферу. Было рекомендовано сосредоточиться на выбросах в атмосферу от процесса копчения, рассмотрении источников запаха и методах, уменьшающих запахи.

Для облегчения сбора и обмена информацией участники ТРГ предложили проведение анкетирования предприятий, что позволяет собрать достаточно широкий спектр сопоставимых данных и контекстной информации из различных отраслей в странах ЕС с соблюдением требования конфиденциальности.

Учет европейского опыта чрезвычайно актуален в России для обеспечения повышения ресурсной эффективности в пищевой отрасли на основе принципов НДТ. В условиях необходимости импортозамещения выбор экологически неэффективного оборудования может привести к нежелательному росту антропогенной нагрузки. В настоящее время в Российском Бюро НДТ идет активная работа по определению области применения информационно-технических справочников для пищевой отрасли, разработки анкет и подготовка к анкетированию российских предприятий для сбора полной и достоверной информации о современных уровнях экологического воздействия. Повышение ресурсной эффективности производства позволит снизить загрязнение окружающей среды, которая сама по себе оказывается важным ресурсом всеобщего пользования.

Литература

1. Директива ЕС 96/61/ЕС от 24.09.1996 года «О комплексном контроле и предотвращении загрязнения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://law.edu.ru/norm/norm.asp?normID=1375085>, своб.
2. Директива 2010/75/ЕС «О промышленных выбросах (интегрированное предотвращение и контроль загрязнения)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.pravo.ru/document/view/28704821/>, своб.
3. Best Available Techniques Reference Document. Food, Drink and Milk Industries. BREF FDM 08.2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/fdm_bref_0806.pdf, своб.
4. Королева Е.Б., Жигилей О.Н., Кряжев А.М., Сергиенко О.И., Сокорнова Т.В. Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы. – СПб., 2011. – 123 с.
5. Meeting report for the review of the reference document on best available techniques for food, drink and milk industries. – Seville, 2015. – 45 p.



Кушнирук Елена Александровна

Год рождения: 1986

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, группа № Т4225

Направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: kushniruklena@mail.ru



Белозерова Мария Сергеевна

Год рождения: 1985

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, к.т.н., ст. преподаватель

e-mail: solovmaria@yandex.ru

УДК 637.1

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ СЫРНОГО ПРОДУКТА С РАСТИТЕЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Кушнирук Е.А., Белозерова М.С.

Научный руководитель – к.т.н., ст. преподаватель Белозерова М.С.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615872 «Биотехнология поликомпонентных продуктов питания функционального и специального назначения».

В работе рассмотрено применение инжира и гречневой муки в качестве компонентов рецептуры сырного продукта. Выбрана стадия внесения растительных компонентов на основании экспериментальных исследований. Произведен подбор оптимальной массовой доли инжира и гречневой муки, изучено влияние компонентного состава на процесс производства и показатели качества готового сырного продукта.

Ключевые слова: инжир, гречневая мука, сырный продукт, разработка рецептур.

В современных продуктах питания, особенно в рафинированных, наблюдается недостаток витаминов, макро- и микроэлементов, полноценных белков, клетчатки и ненасыщенных жирных кислот.

В связи с этим актуальна разработка обогащенных продуктов, позволяющих включить в рацион питания недостающие макро- и микронутриенты.

Целью работы являлась разработка рецептуры сырного продукта на основе обезжиренного молока с добавлением растительных компонентов.

Сыр является источником белка, богат протеином и кальцием. Пищевая ценность сыров обусловлена высоким содержанием в них молочных белков и жира, наличием незаменимых аминокислот, витаминов, летучих и высокомолекулярных жирных кислот, кальциевых, фосфорнокислых и других минеральных солей. В мягких сырах содержится до 25% белков и других азотистых соединений, значительная часть которых, особенно в зрелых мягких сырах, находится в растворимой форме, хорошо усваиваемой организмом человека.

Производство мягких комбинированных сыров – перспективное направление в молочной промышленности России, способное существенно повлиять на экономику предприятий, а также улучшить обеспечение населения отечественными биологически полноценными пищевыми продуктами [1].

Актуальность использования обезжиренного молока обусловлена большими объемами его производства как побочного продукта при выработке сливочного масла, так промышленное

производство 1 т сливочного масла ведет к образованию 20 т обезжиренного молока. Кроме того, обезжиренное молоко является полноценным сырьем и по биологической ценности не уступает цельному молоку, хотя энергетическая ценность в два раза ниже, чем у цельного, таким образом, обезжиренное молоко – диетический продукт, что обуславливает целесообразность его использования при производстве продуктов диетического питания, в том числе мягкого сыра [2].

В качестве компонентов растительного происхождения были выбраны ягоды инжира и гречневая мука. Инжир обладает сладким вкусом, содержит в своем составе практически все витамины группы В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₉), витамин А, С, Е, РР. В 100 г продукта содержится 0,8 г белка, 0,3 г жира и 19 г углеводов, в том числе 3 г пищевых волокон.

Инжир полезен людям страдающим заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Это связано с содержащимся в нем калием. Ягоды инжира способствуют профилактике гипертонии и венозной недостаточности. Инжир благотворно влияет на нервную систему человека. Служит хорошим источником железа [3].

Гречневая мука богата калием, магнием, фосфором и железом, имеет низкое содержание жиров и повышенное содержание клетчатки, низкое содержание глютена (клейковины). В связи с этим продукты из нее особенно показаны людям, с довольно частым в наши дни заболеванием – непереносимостью глютена.

Кроме того, гречиха является единственным растением, которое не обрабатывается химикатами и не подвергается генному модифицированию [4].

При разработке рецептуры сырного продукта на первом этапе исследований проводили подбор оптимальной массовой доли инжира, вносимого в продукт. При выработке образцов сырного продукта инжир добавляли в виде пюре в количестве от 5% до 25% с шагом 5% в пастеризованную смесь. На основании проведенных исследований была выбрана оптимальная массовая доля вносимого инжира – 20% в связи с тем, что данный образец получил высокие оценки по органолептическим показателям. Оценивались такие показатели как равномерность распределения пюре инжира по всему объему готового продукта, вкус, цвет и аромат.

После выбора массовой доли инжира проводили исследования по подбору наиболее рациональной дозы гречневой муки в продукте. Гречневую муку предварительно растворяли в молоке и пастеризовали смесь. Были приготовлены 5 опытных образцов с добавлением инжира в количестве, выбранном на начальном этапе исследований – 20%, содержащих от 1% до 5% гречневой муки с шагом 1%. В процессе приготовления образцов продукта почти вся мука оседала на дно, причем это наблюдалось при добавлении муки даже в количестве, равном 1%. В готовом продукте с содержанием гречневой муки 1% ее привкус практически не ощущался, и при органолептической оценке образца определялся только вкус инжира, при этом в образце с массовой долей муки 5% наблюдался излишне выраженный вкус гречневой муки.

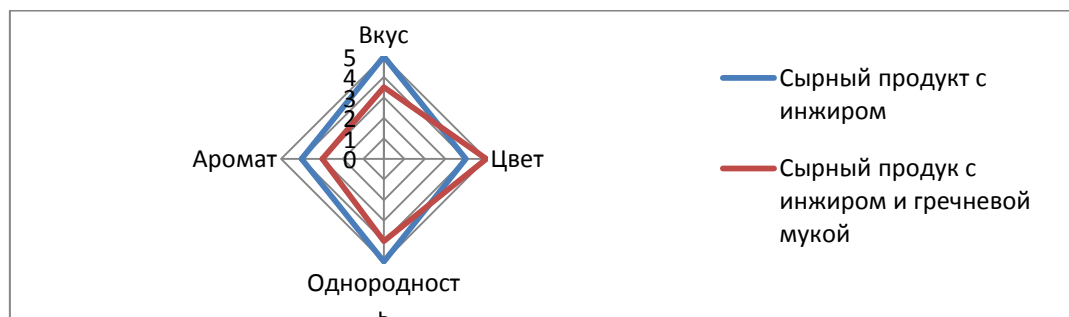


Рисунок. Профилограммы органолептических показателей для образцов сырного продукта

На рисунке представлены профилограммы для сырного продукта с растительными компонентами. По результатам сравнительного анализа образцов сырного продукта с инжиром и образцов, в составе которых содержался как инжир, так и гречневая мука, были получены следующие данные: образцы без гречневой муки по ряду показателей характеризовались более высокой оценкой при органолептическом анализе, за исключением показателя «Цвет», который у

образца с гречневой мукой был выше. Таким образом, было принято решение, что гречневую муку можно использовать в качестве посыпки для готового сырного продукта, что придаст продукту привлекательный для потребителя внешний вид.

При изготовлении опытных образцов сырного продукта было установлено, что в образцах, содержащих в своем составе инжир, процесс сычужного свертывания протекает более интенсивно. На основании этого был сделан вывод, что при приготовлении сырного продукта на основе обезжиренного молока с добавлением инжира можно использовать меньшее количество сычужного фермента, по сравнению со стандартными количествами, применяемыми при выработке мягких сыров. Количество вносимого фермента, которое составило 116 мл на литр молока (для контрольного образца) было определено расчетным путем.

Для обоснования сокращения массовой доли сычужного фермента, необходимого при выработке сырного продукта с инжиром, проведено исследование по определению зависимости времени свертывания смеси от массовой доли инжира и количества вносимого сычужного фермента.

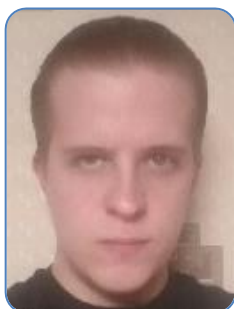
Для проведения исследований в пастеризованное восстановленное молоко вносили пастеризованное пюре инжира, тщательно перемешивали, затем добавляли CaCl_2 и сычужный фермент. Также были проведены исследования для контрольного образца без внесения инжира.

На основании проведенных исследований было установлено, что количество вносимого фермента может быть снижено на 27,5%.

В результате приведенных исследований была разработана рецептура сырного продукта, включающая обезжиренное молоко и растительные компоненты – инжир и гречневую муку, рассчитана биологическая ценность готового продукта, которая составила 76%. В дальнейшем будут проведены исследования по определению срока годности разработанного продукта.

Литература

1. Молочная промышленность. – 2002. – № 3-4. – С. 14.
2. Овчарова Г.П., Непорожняя Е.Ю., Обреч М.Ю. Функциональные продукты сублимационной сушки // Пищевая промышленность. – 2008. – № 2. – С. 14–15.
3. Кривко Н.П., Агафонов Е.В., Чулков В.В., Турчин В.В. Плодоводство. – СПб.: Лань, 2014. – 113 с.
4. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2 / Под ред. И.М. Скурихина и М.Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 83.



Лисовцов Андрей Олегович

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра криогенной техники и технологии сжижения природного газа, группа № W4105

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: lisovts@corp.ifmo.ru

УДК 62-93

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОГАБАРИТНОЙ КРИОГЕННОЙ УСТАНОВКИ СЖИЖЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Лисовцов А.О.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Зайцев А.В.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

В работе рассмотрены области применения сжиженного природного газа, его ключевые преимущества перед компримированным газом. Произведен краткий обзор и сравнительный анализ существующих и предложенной малогабаритных криогенных установок сжижения природного газа. Результаты проведенных исследований позволяют приступить к сравнительным расчетам и оценке эффективности и экономичности обзореваемых установок.

Ключевые слова: малогабаритная установка, сжижение, природный газ, топливо.

С начала XXI-го века перед человечеством стоит проблема поиска альтернативных от нефти источников топлива. Одним из таких источников является метан в сжатом и сжиженном виде. В настоящее время для получения природных газов активно осваиваются их месторождения, а для очистки и сжижения применяются как известные, так и экспериментальные методы, аппараты и установки. В настоящий момент, в России уже действуют и еще строятся комплексы-гиганты, наиболее известные из них: «Сахалин-2», «Владивосток-СПГ», «Печора СПГ». Ниша же сжижения природного газа (СПГ) в небольших количествах, с целью его доставки в труднодоступные регионы и заправки автомобилей нового типа, более не зависящих от нефтяного топлива, не разработана. Несмотря на то, что уже сейчас существует определенное количество станций по сжижению природного газа (ПГ), подавляющее их число ориентировано на промышленные объемы, в то время как небольшие единичные установки если и исследуются и изготавливаются, то не в серийных масштабах. Причины, помимо недостаточной популярности применения СПГ в малых масштабах, заключаются в недостаточной эффективности предложенных моделей или схем. Задача заключается в предложении эффективной схемы с применением криогенного оборудования, сравнительный анализ предложенной и ранее представленных установок, оценка ее недостатков и эффективности как производственной, так и экономической.

Примером наиболее простой малогабаритной установки сжижения ПГ может быть установка, основанная на использовании криогенной газовой машины (КГМ). Такой установкой является установка сжижения ПГ «Газотрон» (рис. 1, а), состоящей из одной криогенной газовой машины, работающей по обратному циклу Стирлинга, в чей теплообменник-конденсатор подается отбираемый из газопровода ПГ, где осуществляется процесс охлаждения и конденсации [1]. Далее сконденсированный ПГ поступает в емкость для хранения. Недостатком такой установки является вымерзание примесей H_2O и CO_2 в описанном выше теплообменнике, что приводит к увеличению термодинамического сопротивления, повышению гидравлических потерь и, в последствии, полной забивке теплообменника, что приводит к полной потери работоспособности установки. Для возобновления работы машину ставят на отогрев.

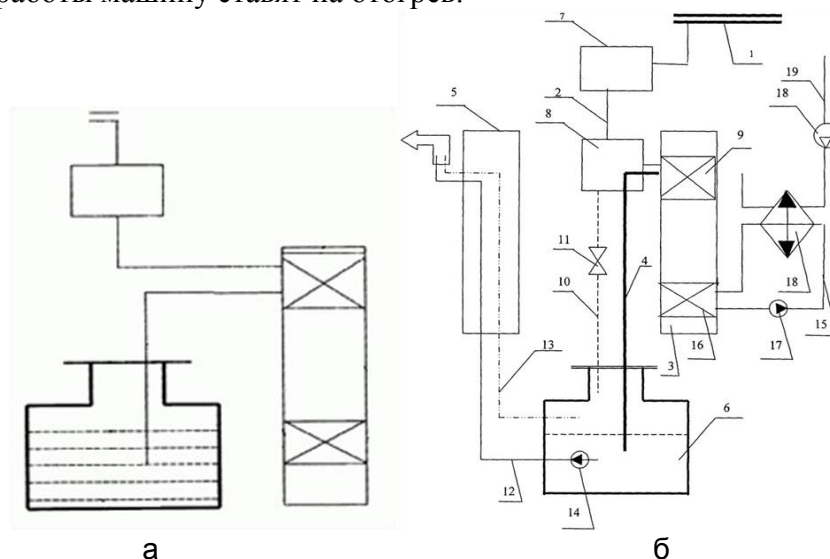


Рис. 1. Установка «Газотрон» (а); криогенная газозаправочная станция (б)

Следующей обозреваемой установкой является криогенная автомобильная заправочная станция сжижения ПГ (рис. 1, б), использующая криогенную газовую машину, работающую по обратному циклу Стирлинга [2]. Газ отбирается из газопровода низкого или среднего давления, проходит через вымораживатель H_2O и CO_2 , поступает в газовую машину, где охлаждается и сжижается, затем сливается в емкость СПГ, откуда жидкостным насосом закачивается в топливную раздаточную колонку. К недостатку данной установки относится то, что в схеме установки имеется только один вымораживатель, который через определенный промежуток времени будет забит примесями H_2O и CO_2 в виде снега и льда, что потребует остановки установки и проведения ее отогрева. Кроме того, охлаждение вымораживателя производится испарами природного газа, выходящими из криогенной емкости. Объем этого потока не постоянен, так как зависит от давления в баке и количества сконденсированного газа, объем которого постоянно меняется. Недостатком установки является и то, что ПГ непосредственно сжижается в теплообменнике нагрузки газовой машины, что, с точки зрения технической безопасности, неприемлемо, так как работа этого теплообменника должна осуществляться только при низком давлении конденсируемого газа.

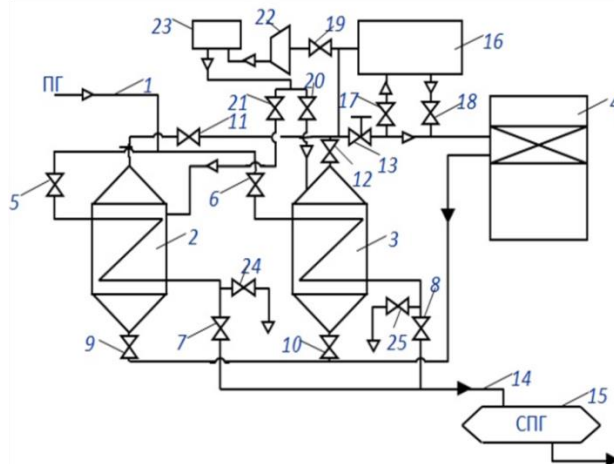


Рис. 2. Предложенная малогабаритная криогенная установка

Представленная авторами в качестве альтернативы малогабаритная установка сжижения природного газа (рис. 2) способна устранить все вышеописанные недостатки и, за счет своего устройства непрерывно работать в течение длительного времени [3]. Достижение такого эффекта связано с техническим решением, заключающимся в применении для охлаждения и конденсации переключающихся вымораживателей-конденсаторов, охлаждаемых жидким азотом, сжижаемым в циркуляционном азотном цикле с использованием КГМ. Жидкий азот низкого давления поступает из газгольдера на сжижение в газовую машину, испаряется, отбирая тепло в вымораживателях-конденсаторах, и рециркулирует на повторную конденсацию в КГМ. Когда работающий теплообменник забивается кристаллизующимися примесями ПГ, система автоматически переключается на использование второго теплообменника, в то время как первый очищается поступающими из газгольдера и подогретыми в печи парами азота. Недостатком данной установки является повышенная металлоемкость и, соответственно, стоимость.

Детальный анализ учебно-методической литературы позволил определить массив рабочих параметров, при помощи которых возможно произвести полный расчет вышеописанных установок и, впоследствии, сравнить их эффективность и экономичность [4]. Если представленные исходные данные не обеспечивают корректную работу одной из представленных установок, то принимается решение изменить данные для конкретной установки и провести дополнительную оценку влияния исходных данных на эффективность. Далее было произведено сравнение использования СПГ и компримированного природного газа (КПГ) в качестве автомобильного топлива. Были определены обеспеченный пробег при

фиксированном объеме баков, цена на реально существующие баки, расходы на приобретение единицы топлива и сравнена скорость окупаемости баков через пробег автомобиля. Ниже представлены табл. 1 и 2 выбранных данных и сравнения использования сжиженного и компримированного газа в качестве автомобильного топлива.

Таблица 1. Исходные данные для расчета установок

Параметр	Значение
Требуемая производительность установки G , т/ч	0,5
Давление природного газа на входе $P_{вх}$, МПа	4
Давление сжиженного природного газа $P_{спг}$, МПа	0,5
Давление циркулирующего азота P_{N_2} , МПа	0,7
Температура природного газа на входе $T_{вх}$, К	288
Температура азота в газгольдере $T_{N_2(1)}$, К	288
Температура азота на выходе из КГМ $T_{N_2(2)}$, К	75
Максимальное содержание влаги в газе, f_{max} , г/нм ³	0,14
Состав входящего природного газа	ГОСТ 5542-2014
Теплопритоки из окружающей среды q , кДж/(кг·К)	2

Таблица 2. Сравнение использования СПГ и КПГ в качестве топлива

Альтернативное топливо	
СПГ	КПГ
$\rho=415 \text{ кг/м}^3$, $C_{СПГ} \approx 20 \text{ руб./кг}$	$\rho=208 \text{ кг/м}^3$, $C_{КПГ} \approx 10 \text{ руб./кг}$
Объем одного криобака – 500 л Обеспеченный пробег – 870 км	Объем блока из 13 баллонов – 1040 л Обеспеченный пробег – 600 км
Цена на оборудование	
2000–3750 долл. США или 120–225 тыс. руб. в зависимости от выбранной комплектации	967–1168 долл. США за баллон в зависимости от комплектации. Итого 755–911 тыс. руб.
Расходы на приобретение топлива, руб./км	
4,8	3,4
Окупаемость оборудования, км	
28590	81446

Полученные результаты говорят о перспективе использования в дальнейшем малогабаритных установок сжиженного природного газа по описанным выше причинам, а также преимущество сжиженного природного газа над компримированным. Дальнейшие задачи заключаются в расчете предложенных установок при одинаковых исходных данных, а также определении наиболее эффективных и экономичных конструкций установок путем их режимной и конструктивной оптимизации. Окончательное решение при выборе наиболее удовлетворительной установки будет принято после проведения энтропийно-статистического и экономического анализов.

Литература

1. Труды международной конференции «Сжиженный природный газ (СПГ) универсальное топливо в XXI веке». – 2002. – С. 168–169.
2. Пат. 2300716 Российская Федерация, МПК F25J1/02. Криогенная автомобильная заправочная станция сжиженного природного газа / Кириллов Н.Г., Кириленко А.В., заявитель и патентообладатель ООО «Иновационно-исследовательский центр «Стирлинг-Технологии». – № 2005138391/06, заявл. 12.09.05, опубл. 10.06.2007. – Бюл. № 16.
3. Неопубликованный патент Российская Федерация, МПК F25J 1/02, F25J 3/08. Малогабаритная установка сжижения природного газа / Акулов Л.А., Пахомов О.В., Зайцев

А.В., заявитель и патентообладатель ООО «ЗИФ». – № 2015118714, заявл. 19.05.15, опубл. заявка 10.12.2016. – Бюл. № 34.

4. Акулов Л.А. Установки и системы низкотемпературной техники. Ожижение природного газа и утилизация холода сжиженного природного газа при его регазификации: учеб. пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2006. – 175 с.



Лысёв Владимир Иванович

Год рождения: 1947

Факультет низкотемпературной энергетики,
кафедра кондиционирования воздуха, к.т.н., ст.н.с.
e-mail: kafedra-kv@yandex.ru



Шилин Александр Сергеевич

Год рождения: 1992

Факультет низкотемпературной энергетики,
кафедра кондиционирования воздуха, аспирант
Направление подготовки: 13.06.01 – Электро- и теплотехника
e-mail: 0346440@mail.ru

УДК 628.8

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Лысёв В.И., Шилин А.С.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Цыганков А.В.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615874 «Оптимизация тепломассообменных процессов и проектных решений в системах жизнеобеспечения».

Энергоэффективность и энергосбережение зданий и сооружений являются одной из главных проблем XXI века. Рассматриваемая проблема является многофакторной и включает в себя несколько методов уменьшения затрат ресурсов в системах отопления, вентиляции и кондиционирования: архитектурно-строительные решения, использование возобновляемых источников энергии, оптимизация систем обеспечения микроклимата.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, оптимизация систем обеспечения микроклимата.

В условиях современного мирового экономического кризиса чрезвычайно актуальной является проблема энергоресурсосбережения и повышения энергоэффективности зданий и сооружений.

Снижение потребления исчерпаемых природных ресурсов, затрачиваемых на системы отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВК), является задачей первостепенной важности в виду ограниченности этих ресурсов.

В настоящее время в развитых странах Европейского союза перспективным направлением является проектирование и строительство энергоэффективных зданий или, так называемое, «зеленое строительство» [1]. Зеленое строительство – метод проектирования, строительства и

эксплуатации зданий, целью которого является снижение энерго- и ресурсопотребление зданий и сооружений при сохранении или повышении комфортных условий микроклимата.

В данное время в Российской Федерации практически отсутствует такое направление, как «зеленое строительство». В первую очередь это связано с более суровым климатом, действующим на большей территории нашей страны, нежели в странах Европы. На сегодняшний день разработано несколько проектов экспериментальных энергосберегающих жилых домов – энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2 в Москве [2], энергоэффективное здание «Экодом Solar-5» во Владивостоке [3], планируется строительство энергоэффективного дома в Санкт-Петербурге.

Для достижения повышенной энергетической эффективности зданий и сооружений и снижения потребляемых энергоресурсов в системах жизнеобеспечения зданий возможно использование следующих методов:

- анализ и совершенствование архитектурно-строительных решений;
- использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии;
- оптимизация систем обеспечения микроклимата зданий и сооружений.

Архитектурно-строительные решения. В целях экономии энергии, расходуемой на системы отопления, вентиляции и кондиционирования, приоритетной задачей является снижение теплопотребления зданиями и сооружениями. Потери теплоты в холодный период года в первую очередь связаны с архитектурно-строительными характеристиками и теплозащитными свойствами ограждающих конструкций зданий.

Потери теплоты в холодный период года, связанные с архитектурно-строительными характеристиками здания, можно существенно снизить, так называемыми пассивными способами, а именно [4]: правильной ориентаций зданий с учетом рельефа местности, сторон света, направлением ветров, выбором формы здания.

Помимо архитектурно-строительных характеристик, важную роль играют теплозащитные свойства ограждающих конструкций.

Использование современных материалов наружных ограждающих конструкций, современных материалов утеплителей наружных стен, покрытий и перекрытий, позволяет существенно уменьшить потери теплоты зданий в холодный период года.

Использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Альтернативная энергетика в настоящее время является перспективным направлением, постепенно заменяющая использование углеводородов в развитых странах.

Наиболее популярными источниками альтернативной энергии, используемыми в энергосберегающих домах, являются солнечные батареи и коллекторы, ветряные электростанции и тепловые насосы.

Комбинация систем, использующих альтернативные источники энергии, позволяет существенно снизить потребление исчерпаемых природных ресурсов или даже вовсе отказаться от них. Использование данных систем при строительстве энергоэффективных зданий и сооружений позволяет достичь высоких показателей энергетической эффективности и ресурсосбережения.

Оптимизация систем обеспечения микроклимата зданий и сооружений. Помимо архитектурно-строительных решений и использования возобновляемых источников энергии, важнейшей инженерной задачей является оптимизация систем обеспечения микроклимата зданий и сооружений – систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

В целях экономии ресурсов и повышения энергетической эффективности, в системах вентиляции и кондиционирования воздуха возможно использование следующих методов:

- выбор минимальных и максимальных значений оптимальных параметров микроклимата;
- уменьшение инфильтрации (расхода инфильтрационного воздуха);
- повышение эффективности воздухораспределения в помещениях;
- местное кондиционирование;
- децентрализация систем ОВК;

- зонирование принципиального решения системы по сторонам света;
- использование предварительного нагрева и охлаждения;
- утилизация «сбросных» и природных теплоты и холода;
- «комбинирование» систем обеспечения микроклимата с другими системами;
- совершенствование средств автоматизации технических систем.

Совокупность представленных выше методов позволяют значительно сократить потребление теплоты на отопление и вентиляцию зданий и сооружений в холодный период года, повысить их энергетическую эффективность и сократить использование энергоресурсов.

Литература

1. Шилкин Н.В., Насонова А.Е. Энергоэффективные дома Дании // Здания высоких технологий. – 2014. – С. 72–78.
2. Васильев Г.П. Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=1596, своб.
3. Казанцев П.А. Архитектурный проект «Энергоэффективное здание «Экодом Solar-5» // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2010. – № 4. – С. 17–20.
4. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=143, своб.



Любомирова Татьяна Сергеевна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнология, группа № Т4230

Направление подготовки: 19.04.01 – Биотехнология

e-mail: ta-nuysha333@rambler.ru



Сучкова Елена Павловна

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, к.т.н., доцент

e-mail: silena07@bk.ru

УДК 664

РАЗРАБОТКА СТАБИЛИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЗБИТОГО МОЛОЧНОГО НАПИТКА

Любомирова Т.С., Сучкова Е.П.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сучкова Е.П.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615872 «Биотехнология поликомпонентных продуктов питания функционального и специального назначения».

В работе приведены результаты разработки стабилизационной системы для повышения пенообразующей способности и повышения стойкости пены при производстве молочных взбитых напитков. Отработан состав стабилизационной смеси, приведено обоснования выбора компонентов и

способ их внесения в напиток. Также проведен сравнительный анализ, демонстрирующий преимущество взбитого напитка с разработанной смесью перед напитком без ее использования.

Ключевые слова: молочная промышленность, пенообразующая способность, ксантановая камедь, гуаровая камедь, быстрорастворимый желатин.

Сегодня одним из инновационных направлений в молочной промышленности является создание аэрированных молочных продуктов с высокими потребительскими свойствами.

Однако при разработке этих продуктов производители сталкиваются с такой проблемой, как нестабильная консистенция продукта, связанная с уменьшением поверхности раздела фаз после взбивания. При этом гидростатическая устойчивость системы нарушается и происходит истечение жидкости, в результате чего пена оседает. В связи с этим для длительного сохранения кинетической и агрегативной устойчивости пены необходимо вносить в состав аэрированных продуктов стабилизаторы.

Стабилизационная система представляет собой многокомпонентную смесь из гелеобразователей, эмульгаторов и стабилизаторов. Действуя совместно, они формируют необходимую консистенцию готового продукта.

Изучив отечественные и зарубежные источники литературы по данному вопросу, была разработана смесь стабилизаторов, состоящая из гуаровой и ксантановой камедей и быстрорастворимого желатина. Ксантановая камедь – высокомолекулярный полисахарид, секретируемый микроорганизмом *Xanthomonas campestris*, а гуаровая камедь представляет собой короткие ветви нейтральных галактомананов, которые содержат остатки галактозы. Камеди действуют как загустители и стабилизаторы. Желатин – это смесь белковых веществ, продукт переработки соединительной ткани животных. Являясь синергистами, эти гидроколлоиды способствуют сохранению пузырьков воздуха во взбитых десертах, также улучшают структуру таких продуктов, делая ее однородной, уменьшая синерезис [1].

В качестве основы напитка были выбраны сухое обезжиренное молоко и сухая подсырная сыворотка, так как при их использовании в готовых продуктах образуется плотная пена за счет пониженного содержания жиров [2].

В качестве наполнителей использовались сахарный песок и пюре яблочное. В результате напиток приобретал приятный кисловато-сладкий вкус. Использование яблочного пюре также приводит к снижению pH продукта. А, как известно, пониженное значение pH улучшает стойкость пены.

В ходе проведения лабораторных экспериментов были исследованы стабилизационные системы с различным соотношением ксантановой, гуаровой камедей и желатина, соответственно: 5:4:1; 6:3:1 и различными дозами внесения (0,3; 0,25; 0,2; 0,18 и 0,15%) в молочную основу. Оценивались взбитость продукта и устойчивость получаемой пены. На основании результатов исследования было выбрано соотношение компонентов стабилизационной системы, которая обеспечивала заявленные требования (табл. 1).

Таблица 1. Процентное соотношение компонентов в смеси

Компонент	Соотношение в смеси, %
Ксантановая камедь	60
Гуаровая камедь	30
Быстрорастворимый желатин	10

Большой процент использования ксантановой камеди объясняется тем фактом, что именно эта добавка способствует сохранению пузырьков воздуха во взбитых десертах. Гуаровая камедь, в свою очередь, придает необходимую вязкость продукту, улучшая стойкость пены. А желатин обладает наибольшей пенообразующей способностью, однако при больших дозах (свыше 20%) может вызвать расслоение фаз в многокомпонентной системе из-за кинетической тиксотропии и неустойчивости геля, поэтому его количество в смеси минимально. Оптимальная доза внесения для напитка из молочной сыворотки составила 0,18%, а для молока 0,25%.

Кроме этого, важной задачей являлось определение способа внесения стабилизаторов и возможность их наилучшего распределения по всему объему продукта. Обе камеди можно растворять как в холодной, так и в горячей воде, однако, для растворения желатина необходима температура не ниже 60°C. В связи с этим все стабилизаторы сначала вносились в часть восстановленного молока при температуре 60°C. На этом этапе осуществлялся процесс частичного смешивания и растворения компонентов. После это происходила последующая пастеризация всей смеси, способствующая полному растворению гидроколлоидов при температуре 75°C.

Далее в молочный напиток вносили сахарный песок, охлаждали до 15°C и вносили яблочное пюре.

Взбивание молочного напитка проводили при температуре 2°C, так как в результате проведенных исследований авторами было выяснено, что чем ниже температура продукта при взбивании, тем выше пенообразующая способность системы. Так при аэрировании образцов при температурах 10°C, 6°C и 2°C объем пены увеличивался при снижении температуры и наблюдалось наибольшее значение взбитости 145% при температуре 2°C.

Также исследовались контрольные образцы без стабилизаторов для сравнения результатов.

После взбивания продуктов определялись показатели пенообразующей способности и стойкости пены.

Пенообразующая способность раствора – количество пены, выражаемое ее объемом (см³) или высотой столба (м), которое образуется из заданного постоянного объема пенообразующего раствора при соблюдении некоторых стандартных условий пенообразования в течение постоянного времени.

Ее определяют путем деления высоты столба пены после взбивания к высоте начального столба и выражают в процентах [3].

Стойкость пены – это свойство пены сохранять свою структуру без разрушения длительное время. Стойкость пены характеризуется величиной оседания столба пены в единицу времени. На стойкость пены влияет ее плотность, размер пузырьков, толщина пленок пены, их состав и прочность.

Стойкость пены определяют по отношению высоты столба пены после заданного периода времени (2 ч) к начальной высоте столба пены и выражали в процентах [3].

Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели пены после взбивания

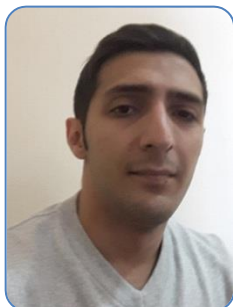
Образцы	Пенообразующая способность	Стойкость пены
Контроль (с молоком)	116	0
Контроль (с сывороткой)	42	0
Образец с молоком	140	54
Образец с сывороткой	100	46

В результате внесения разработанной стабилизационной смеси в молочный напиток показатели, характеризующие качество пены улучшились: пенообразующая способность увеличилась на 24%, стойкость пены достигла 54%. Пена, полученная в образцах, в состав которых входила стабилизационная смесь, получилась более плотной, чем в контрольных. В итоге, было доказано, что использование выбранных стабилизаторов для взбивания молочных продуктов является обоснованным выбором, ведущим к улучшению показателей готового продукта.

Литература

1. Айменсон А. Пищевые загустители, стабилизаторы и гелеобразователи / Пер. с англ. яз. д-р хим. наук Макаров С.В. – СПб.: Профессия, 2012. – 408 с.

2. Липатов Н.Н., Харитонов В.Ю. Сухое молоко. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 264 с.
3. Просеков А.Ю., Романцов И.И. Использование особенностей пенообразующих свойств молочного сырья в производстве продуктов с полидисперсной структурой // Молочная промышленность Сибири: материалы второго специализированного конгресса. – 2000. – С. 54–56.

**Мамедов Эдгар Рамазан оглы**

Год рождения: 1991

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, аспирант

Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии

e-mail: edgarci1506@inbox.ru

**Федоров Александр Валентинович**

Год рождения: 1958

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, д.т.н.

e-mail: alval58@yandex.ru

УДК 663.833

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЯГОДНЫХ ЛИКЕРОВ
НА РЫНКЕ АЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ****Мамедов Э.Р.****Научный руководитель – д.т.н. Федоров А.В.**

В работе выполнен обзор российского алкогольного рынка, проанализирована динамика продаж и производства алкогольной продукции, а также необходимость государственного регулирования. Представлены приемы повышения конкурентоспособности ягодных ликеров на алкогольном рынке, используя доступное местное сырье, произрастающее на территории Северо-Западного федерального округа.

Ключевые слова: ягодные ликеры, ягодное сырье, алкогольный рынок, приемы повышения конкурентоспособности, динамика ликероводочной продукции.

В настоящее время происходит ужесточение существующего государственного регулирования рынка, в части изготовления и контроля качества алкогольной продукции на различных этапах производства. Под государственным регулированием понимается ряд факторов, которые обуславливают вмешательство государства в процесс формирования уровня предложения и цен на алкогольную продукцию, а также в распределение доходов от ее реализации [1].

Одной из основных причин необходимости государственного регулирования заключается в снижении уровня алкоголизации населения. По данным Федеральной службы государственной статистики в период с 2011 по 2014 годы динамика продаж снижается практически во всех видах алкогольной продукции вследствие ежегодно повышающихся масштабов конкуренции, а также нестабильного экономического благосостояния населения. За тот же период средний уровень смертности от случайных отравлений алкоголем в России

составил около 15 тыс. человек [2]. Также следует отметить ситуацию, произошедшую в конце 2016 года в Иркутской области, связанную с отравлением населения концентратом для ванн «Боярышник», при которой общее число пострадавших составило 123 человека, из них 76 скончались [3].

В ноябре 2016 года Федеральным законом [4] внесены изменения в статью 193 Налогового кодекса Российской Федерации [5], регламентирующие налогообложение акцизных товаров. Таким образом, с 1 января 2017 года налоговая ставка за 1 л безводного этилового спирта составляет 523 и 418 руб. на алкогольную продукцию с объемной долей этилового спирта свыше и ниже 9% соответственно.

В условиях введенного и ежегодно пролонгируемого продовольственного эмбарго [6], а также снижения платежеспособного спроса со стороны населения, возникает необходимость развития отечественного рынка алкогольной продукции. По данным Федеральной таможенной службы России и аналитического обзора I-Marketing [7], составлена диаграмма, отображающая динамику сокращения импорта алкоголя в натуральном и стоимостном выражении соответственно в период с 2014 по 2015 годы (рис. 1).

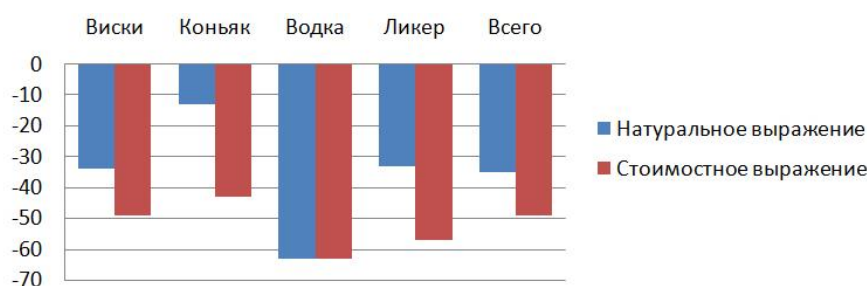


Рис. 1. Динамика сокращения импорта алкоголя, %

Проведенный анализ российского алкогольного рынка позволил сделать вывод о том, что ассортимент отечественной ликероводочной продукции, в частности ликеров, не достаточно велик, что обуславливает актуальность разработки, производства и реализации данного вида напитков. Кроме того, в соответствии со статьей 21 Федерального закона «О рекламе» [8], запрещающей рекламировать ликероводочную продукцию, стоит уделить внимание способам ее продвижения на рынке. Таковыми могут послужить организация промоакций дегустации в торговых объектах по продаже алкогольных напитков, сотрудничество с предприятиями общественного питания и розничной торговли с целью реализации алкогольной продукции с конкурентоспособными ценами, а также иные способы, не нарушающие законодательство Российской Федерации. В связи с этим объектом данного исследования явились ликеры на основе ягодного сырья.

На рис. 2 представлена динамика производства ликероводочных изделий с различным содержанием спирта в России [2] в период с 2011 по 2014 годы.

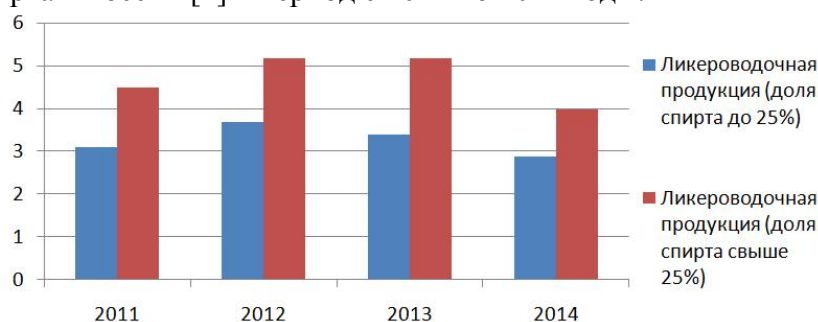


Рис. 2. Производство ликероводочной продукции, млн дкл

Ориентируясь на отрицательную динамику производства ликероводочной продукции, следует отметить, что создание нового производства, наряду с крупными ликероводочными предприятиями Санкт-Петербурга и Северо-Западного федерального округа (СЗФО),

позволит разнообразить ассортимент выпускаемой продукции и повысить ее конкурентоспособность на алкогольном рынке. Под конкурентоспособностью понимают применение внешних и внутренних факторов, влияющих на предпочтительность товаров и определяющих объем их реализации. С этой целью сформулированы приемы ее повышения применительно к ликерам на алкогольном рынке.

1. Применение местного районированного сырья. Имеющийся ассортимент ликеров ориентирован на использование ягодного сырья в качестве основной составляющей напитка. Территория СЗФО насыщена большим количеством лесных ягод, но, несмотря на их неповторимые вкусовые оттенки, недостатком может послужить нестабильность исходных показателей. По этой причине большего внимания заслуживают культурные растения, различные сорта которых доступны на территории СЗФО, а также присутствуют в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию по Северо-Западному региону Российской Федерации [9].
2. Установление приемлемой стоимости продукции. Высокая доступность предполагаемого исходного сырья снизит затраты на его закупку и транспортировку, что скажется на себестоимости готовой продукции.
3. Эстетическое оформление тары. С целью привлечения потребительского спроса необходимо использовать тару соответствующего объема с этикеткой приятных тонов, отражающей и подчеркивающей характерные особенности данного вида алкогольной продукции.
4. Использование экологически чистого сырья. Производство ликеров из ягодного сырья, полученного с использованием минимального количества химических удобрений, позволит обеспечить производство безопасной алкогольной продукции.
5. Оказание благотворного влияния на здоровье человека. Согласно результатам исследования [6] величина антиоксидантной активности непосредственно взаимосвязана с содержанием общих фенольных веществ в натуральных соках, морсах и растительном сырье, которая способна сохраняться в конечных напитках.
6. Снижение себестоимости посредством минимизации логистических издержек. Доступность основного сырья на территории СЗФО позволит минимизировать затраты на транспортировку и снизить уровень себестоимости готового продукта. К тому же разрабатываемый ликер ориентирован на население с повышенным эстетическим отношением к алкоголю, а это – крупные города, такие как: Москва, Санкт-Петербург, Самара, Нижний Новгород. Однако, одновременно, потенциальным потребителем из традиционного русского сырья может стать и Европа, поэтому разработка рассчитана на эти группы и целесообразное размещение производства именно на территории СЗФО.

Приведенные приемы повышения конкурентоспособности производства ягодных ликеров позволят увеличить ассортимент выпускаемой отечественной алкогольной продукции, тем самым обеспечивая независимость рынка от импортных аналогов и его стабильность в условиях продовольственного эмбарго.

Литература

1. Тегетаева О.Р. Государственное регулирование рынка алкогольной продукции в РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uecs.ru>, своб.
2. Российский статистический ежегодник. 2015. Статистический сборник. – М.: Росстат, 2015. – 727 с.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.interfax.ru/russia/545833>, своб.
4. Федеральный закон Российской Федерации от 30.11.2016 № 401-ФЗ «О внесении изменений в части первую и вторую Налогового кодекса Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».
5. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 30.11.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.12.2016).

6. Бурачевский И.И., Галлямова Л.П., Воробьева В.Е. Исследование антиоксидантных свойств плодово-ягодных соков, морсов и ликероводочных изделий, приготовленных на их основе // Технология спирта и ликероводочных изделий. – 2009. – № 1. – С. 26–28.
7. Интеллектуальный маркетинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marketing-i.ru>, своб.
8. Федеральный закон Российской Федерации от 13.03.2006 № 38-ФЗ «О рекламе».
9. Государственный реестр охраняемых селекционных достижений: офиц. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформмагротех», 2016. – 392 с.



Мараткызы Наркес

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, группа № Т4242

Направление подготовки: 19.04.02 – Продукты питания из растительного сырья

e-mail: narkes.maratkyzy@mail.ru



Савкина Олеся Александровна

Год рождения: 1984

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, к.т.н., ассистент

e-mail: 1103savkina@mail.ru

УДК 664.642; 664.654

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА РЖАНОЙ МУКИ НА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГУСТОЙ ЗАКВАСКИ И ХЛЕБА

Мараткызы Н.

Научный руководитель – к.т.н., ассистент Савкина О.А.

В работе рассмотрено влияние амилолитической активности ржаной муки на качество нового вида густой ржаной закваски, теста и хлеба. Установлена зависимость биотехнологических показателей полуфабрикатов и готовых изделий от показателя числа падения ржаной муки.

Ключевые слова: амилолитические ферменты, число падения, автолитическая активность, закваска.

Среди хлебобулочных изделий ржаной хлеб занимает особое место благодаря своим вкусом, качеством и пищевой ценностью. Качество ржаного хлеба определяется с его вкусом, ароматом, объемом, формой, состоянием корки и окраской, цветом мякиша, структурой пористости и разрыхленностью [1–4].

Все эти свойства напрямую связаны со свойствами ржаной муки. Особенности хлебопекарных свойств ржаной муки обуславливают особые свойства ржаного теста. Ржаное тесто отличается тем, что в нем отсутствует губчатый клейковинный каркас, поэтому ржаное тесто обладает высокой вязкостью, пластичностью, низкой упругостью.

В ржаной муке присутствуют два вида амилолитических ферментов – α -амилаза и β -амилаза, в отличие от пшеничной муки, в которой преимущественно содержится β -амилаза. Амилолитические ферменты действуют на крахмал муки главным образом по 1,4 α -глюкозидной связи. α -амилаза гидролизует крахмал до декстринов с образованием небольшого количества мальтозы. Декстрины, образующиеся в ржаном тесте в результате

действия α -амилазы, делают мякиш ржаного хлеба липким и заминающимся. β -амилаза действует на крахмал или на декстрины, образуя значительное количество мальтозы. При совместном действии обеих амилаз крахмал может гидролизироваться почти полностью. В результате крахмал тестовой заготовки не сможет связать всю влагу, а наличие свободной влаги сделает мякиш хлеба влажным на ощупь.

В связи с этим о хлебопекарных достоинствах ржаной муки судят по состоянию ее углеводно-амилазного комплекса, так как от активности амилаз и атакуемости ими субстратов зависит интенсивность биотехнологических процессов при приготовлении теста и выпечке хлеба. Активность собственных ферментов, содержащихся в зерне и муке, называется автолитической активностью. Соответственно активность ферментов амилаз называется амилолитической активностью.

Важным показателем хлебопекарных свойств ржаной муки является число падения (ЧП), характеризующее активность α -амилазы и позволяющее судить о состоянии крахмала и активности расщепляющих крахмал ферментов (амилаз). Чем выше автолитическая активность, тем меньше величина ЧП. Она составляет у муки с пониженной активностью – более 300 с, нормальной – 150–300 с, с повышенной – менее 150 с.

Большое значение амилолитическая активность муки имеет при введении хлебных заквасок. От состояния углеводно-амилазного комплекса ржаной муки напрямую зависит качество закваски, а значит, и хлеба. В Санкт-Петербургском филиале НИИ хлебопекарной промышленности разработан новый вид густой ржаной закваски, которая готовится с использованием бакконцентрата «Биоконцентрат», содержащим молочнокислые бактерии и дрожжи с повышенными биотехнологическими свойствами. В связи с этим большой интерес представляет исследование влияния качества муки на стабильность биотехнологических показателей этой закваски, качество теста и готовых изделий.

Целью исследований явилось исследование влияния амилолитической активности ржаной муки на качество нового вида ржаной густой закваски, теста и хлеба.

Объектами исследования являлись три партии муки ржаной обдирной с пониженной автолитической активностью (ЧП 270 с), с нормальной автолитической активностью (ЧП 164 с) и повышенной автолитической активностью (ЧП 120 с), а также новый вид ржаной густой закваски, тесто и хлеб «Дарницкий», приготовленные с использованием этих партий муки.

Качество полуфабрикатов оценивали по показателям кислотности, подъемной силы и увеличения объема. В готовых изделиях определяли кислотность, пористость, удельный объем и сжимаемость мякиша.

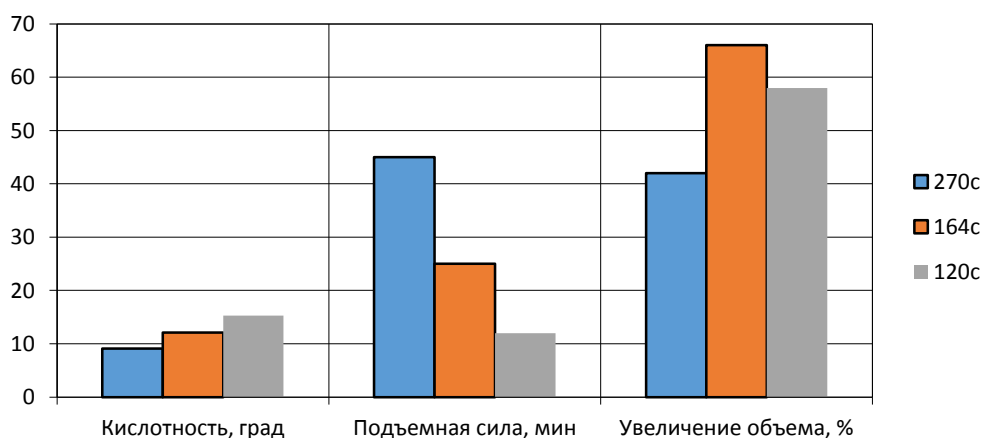


Рис. 1. Влияние качества ржаной муки на кислотность, подъемную силу и увеличение объема ржаной густой закваски

В результате исследования влияния муки с разной автолитической активностью на качество заквасок установлено (рис. 1), что в закваске, приготовленной из муки с

пониженной ферментативной активностью (ЧП 270 с), замедляется кислотонакопление, ухудшается подъемная сила и замедляется увеличение объема в процессе брожения.

Использование ржаной муки с повышенной автолитической активностью (ЧП 120 с) приводит к интенсификации процесса кислотонакопления в густой ржаной закваске, ухудшению подъемной силы и замедлению увеличения объема.

Исследование влияния амилолитической активности муки на качество теста на закваске показало (рис. 2), что в тесте, приготовленном из муки с пониженной ферментативной активностью (ЧП 270 с), увеличивается продолжительность расстойки тестовых заготовок.

Использование ржаной муки с повышенной автолитической активностью (ЧП 120 с) приводит к интенсификации процесса кислотонакопления в тесте, ухудшению подъемной силы и быстрому разжижению теста, а также сокращению продолжительности расстойки тестовых заготовок.

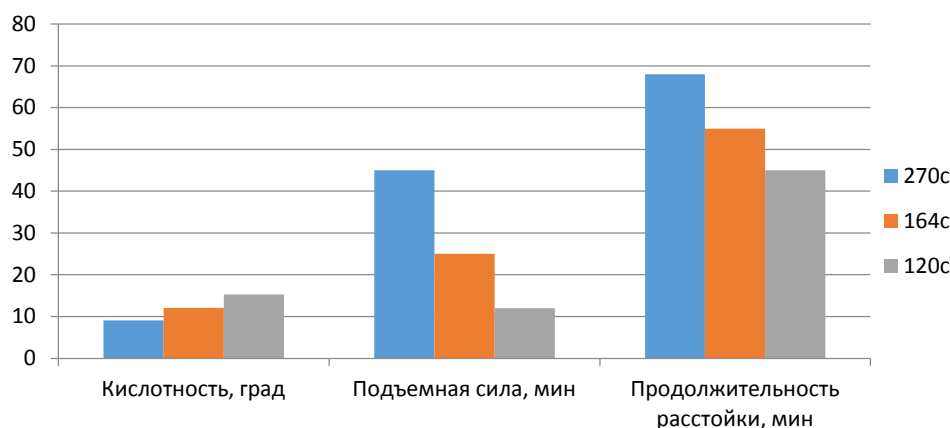


Рис. 2. Влияние качества ржаной муки на показатели теста

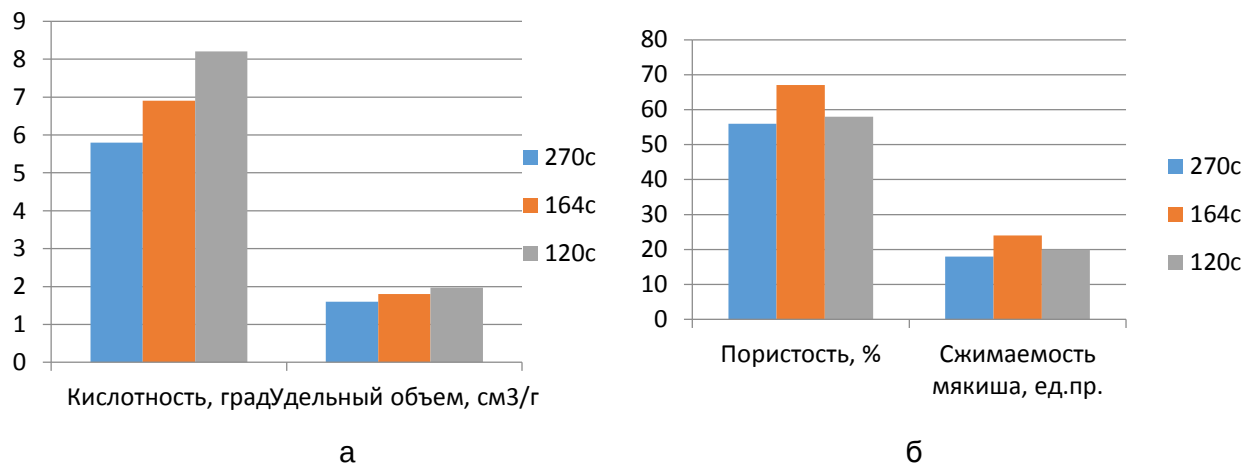


Рис. 3. Влияние качества ржаной муки на: кислотность и удельный объем (а); пористость и сжимаемость мякиша хлеба «Дарницкого» (б)

Исследование влияния амилолитической активности муки на качество хлеба показало (рис. 3), что хлеб из муки с пониженной ферментативной активностью (ЧП 270) имел меньший объем и худшую пористость. Хлеб из муки с повышенной ферментативной активностью имел повышенную кислотность, меньший объем и худшую пористость. Кроме того, этот хлеб имел липкий, заминающийся мякиш, неравномерную грубую пористость.

Приведенные данные свидетельствуют о влиянии амилолитической активности ржаной муки на качество нового вида густой ржаной закваски, теста и хлеба.

Установлено, что при использовании муки с пониженной ферментативной активностью в ржаной густой закваске замедляется кислотонакопление, снижается подъемная сила,

увеличивается продолжительность расстойки тестовых заготовок. Хлеб из такой муки на густой ржаной закваске имеет небольшой объем, уплотненный мякиш с толстостенными порами.

При использовании ржаной муки с повышенной амилалитической активностью в ржаной густой закваске отмечается интенсификация процесса кислотонакопления, снижение подъемной силы, быстрое разжижение теста, сокращение продолжительности расстойки тестовых заготовок, а хлеб имеет повышенную кислотность, липкий заминающийся мякиш, грубую неравномерную пористость.

Литература

1. Аурман Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник. – 9-е изд.; перераб. и доп. / Под общ. ред. Л.И. Пучковой. – СПб.: Профессия, 2002. – 416 с.
2. Козьмина Н.П. Биохимия хлебопечения. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 437 с.
3. Капрельянц Л.В. Ферменты в пищевых технологиях: монография. – Одесса: Друк, 2009. – 468 с.
4. Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства. – СПб.: Береста, 2003. – 220 с.

Маюрова Александра Сергеевна

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии и техносферной безопасности, аспирант

Направление подготовки: 05.06.01 – Науки о земле

e-mail: Shushka96@gmail.com

УДК 620.92

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Маюрова А.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Кустикова М.А.

В работе разработана методика системного анализа энергетических ресурсов, и обоснованы показатели эффективности источников энергии. Рассмотрены достоинства и недостатки источников энергии различных типов. Оптимальный выбор источника энергии является залогом создания высокоэффективных энергетических систем и комплексов.

Ключевые слова: высокоэффективные энергетические системы, системный анализ, фотовольтаические системы, энергетические ресурсы, математическое моделирование.

Актуальность темы. В соответствии с Энергетической стратегией России на период до 2030 года приоритетными направлениями развития энергетического сектора экономики страны являются создание высокоэффективных энергетических систем и комплексов и повышение эффективности использования энергетических ресурсов (ЭР) в энергоемких отраслях. Современный мир проходит через стадию больших изменений, характеризующихся ростом глобализации, изменениями в экономике и политической власти, борьбой за улучшения качества окружающей среды и внезапными социальными конфликтами. Наука и технологии помогают политикам найти устойчивые пути решения этих связанных и комплексных процессов. Вопрос получения энергии является одной из частей устойчивого развития, мировой интерес к нему возрос в последнее время. Этот вопрос включает в себя различные направления: обеспечение энергетической безопасности во всем мире; оценка взаимодействия между поставщиком энергии и конечным пользователем; воздействие на окружающую среду, в частности, изменение климата и загрязнение атмосферы; поиск пути к экономическому и экологическому устойчивому энергетическому будущему. Оптимальный выбор источника энергии является залогом

создания высокоэффективных энергетических систем и комплексов. Для каждого региона можно подобрать наиболее эффективный источник энергии.

Цель работы: создать модель, которая будет отражать эффективность различных источников энергии, в зависимости от введенных параметров.

Задачи:

- разработка методики системного анализа и выбор показателей эффективности источников энергии;
- математическое моделирование расчета энергетических характеристик оборудования и подсистем энергетического комплекса с учетом технологических, режимных, климатических факторов и взаимосвязей между подсистемами.

На данном этапе работы рассмотрены наиболее распространенные источники энергии и показатели, с которыми будет работать итоговая модель.

Источники энергии. В данной работе было принято решение рассмотреть наиболее распространенные источники энергии, такие как: гидроэлектростанция (ГЭС), теплоэлектростанция (ТЭС), атомные электростанции (АЭС), альтернативные источники энергии: солнечные электростанции (СЭС), ветряные электростанции (ВЭС). Рассмотрим выбранные виды электростанций подробнее.

В традиционной энергетике ГЭС играют большую роль. В России до 18% электроэнергии производится именно на гидроэлектростанциях [1]. Естественно, строительство ГЭС ограничивается наличием реки. Однако будет несправедливо предположить, что если в регионе, где требуется построить дополнительный источник энергии, есть полноводная река, то выбор автоматически падает на ГЭС. Открытие новых ГЭС затруднено из-за нехватки подходящих рек и водоемов.

Для более эффективной работы ГЭС требуется река с большим расходом воды и большие перепады высоты. В равнинных местностях при строительстве ГЭС водохранилищами затопляются огромные площади земли, чем самым они выводятся из хозяйственного землепользования. Из-за изменения режима реки часто снижается численность популяций рыб, происходит элиминация зообентоса, сокращение трофических цепей. В стоячей воде водохранилища происходят заиливание. ГЭС выдает в итоге дешевую электроэнергию за счет возобновляемых ресурсов, работа не сопровождается вредными выбросами в атмосферу.

ТЭС играют огромную роль в энергетике России, они поставляют около 75% всей электроэнергии. Большинство ТЭС в России используют в качестве топлива угольную пыль. К сожалению, запасы угля не бесконечны, кроме того ТЭС являются постоянным загрязнителем атмосферы углекислым газом, пылью и сажей за счет сгорания топлива. ТЭС могут быть построены в любом районе, занимают меньше площади, чем ГЭС.

Атомная энергетика обеспечивает 12% электроэнергии мира. Как и ТЭС, атомные электростанции способствуют тепловому загрязнению экосистем. В то же время радиоактивные отходы не удается до конца утилизировать. Запасы урана намного превышают запасы угля и нефти, в процессе преобразования топлива в энергию не происходит выбросов в атмосферу.

СЭС требуют высокого уровня инсоляции и занимают огромные площади, так как современные солнечные батареи в настоящее время не обладают высоким КПД. Помимо этого в состав панелей в большинстве случаев входят токсичные вещества, которые по истечению срока годности сложно утилизировать.

Энергия ветра практически неисчерпаема, к началу 2016 года установленная мощность всех ветрогенераторов превзошла суммарную мощность атомной энергетики [2]. Однако для нормального обеспечения энергией необходимо использование значительной площади территории для размещения ветровой установки. Также ветровые установки являются источником интенсивного инфразвукового шума, который неблагоприятно влияет на человеческий организм, вызывает угнетенное состояние, беспричинное беспокойство и

дискомфорт. Данный тип шума делает территорию, где располагаются ветровые установки непригодной для жизни людей, животных и птиц.

Показатели. В работе рассмотрены следующие основные показатели для составления модели эффективности установки источников энергии: расположение системы, стоимость оборудования, стоимость доставки оборудования, выходная мощность системы, окупаемость системы, срок службы системы и другие.

Эффективность использования источников энергии будет оцениваться исходя из соотношения количества получаемой энергии, затрат на обслуживание и воздействия на окружающую среду.

Модель должна выдавать характеристики производительности для каждой из электростанций исходя из введенных вышеописанных параметров региона и локации станции.

Выводы. Каждый из выбранных источников энергии обладает своими плюсами и минусами. Были определены показатели для составления модели эффективности использования источников энергии, а также показатели эффективности источников.

Литература

1. Городов Р.В., Губин В.Е., Матвеев А.С. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 294 с.
2. Energy Sources and Systems Analysis. 40 South Lincoln Redevelopment District [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nrel.gov/docs/fy11osti/52243.pdf>, своб.



Медведева Ксения Александровна

Год рождения: 1979

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра промышленной климатотехники, группа № W4140

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: s-o-s@bk.ru

УДК 536.244

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Медведева К.А.

Научный руководитель – к.т.н. Григорьев К.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615876 «Повышение энергетической эффективности и экологической безопасности систем хладоснабжения и кондиционирования».

В работе рассмотрен эффект значительного роста температуры воздуха в помещениях с большой высотой, что приводит к росту теплопотерь и низкой энергоэффективности систем жизнеобеспечения зданий и сооружений. Приведены расчеты повышения энергоэффективности систем жизнеобеспечения для различных регионов Российской Федерации. Показано, что применение дестратификационного оборудования позволяет экономить свыше 20% тепловой энергии.

Ключевые слова: стратификация, дестратификация, энергоэффективность, теплопотери, системы жизнеобеспечения, тепло- и массообмен.

В настоящее время существует много различного оборудования, применяемого в системах жизнеобеспечения и принудительной вентиляции, устанавливаемого в зданиях различного назначения, моделирование работы которого достаточно точно описывает

процессы тепло- и массообмена в помещениях [1, 2]. В сооружениях большой высоты в силу физических особенностей более нагретый воздух всегда стремится вверх, этот процесс вызывает появление такого явления как стратификация – рост температуры воздуха по мере увеличения высоты внутри помещения. Обычно градиент такой стратификации составляет порядка $1^{\circ}\text{C}/\text{м}$. Иначе говоря, если мы имеем однообъемное помещение высотой 15 м, то перепад температур между рабочей зоной (отметка +2 м) и кровлей (отметка +15 м) может достигать 13°C (рис. 1), если не применяются специальные способы по борьбе со стратификацией.

Для потребителя данный перепад означает то, что на каждый метр высоты здания он имеет дополнительные теплопотери за счет роста температуры внутреннего воздуха. Если понижать температуру внутри помещения, то вместе с этим понизится температура в рабочей зоне, что недопустимо по требованиям СП 60.13330.2012 [3]. В этой связи нужно бороться с этим явлением другими способами, например, установкой отдельных дестратификаторов, что удобно для уже построенных зданий, или использованием совмещенной с системой дестратификации вентиляции, что является более экономично для вновь проектируемых зданий и сооружений.

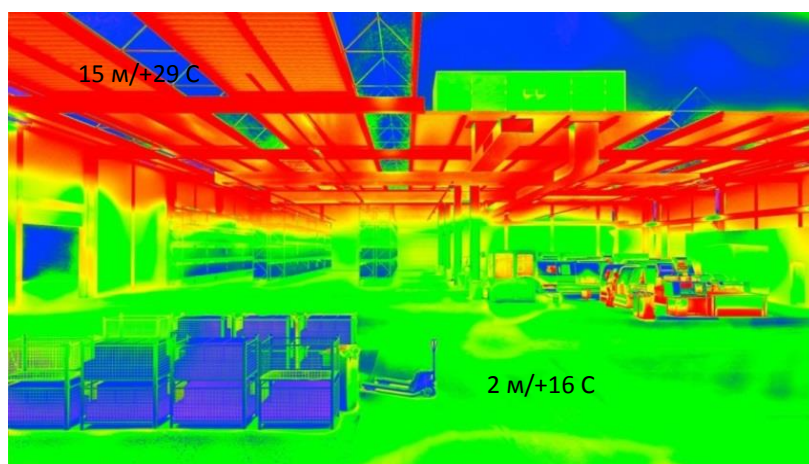


Рис. 1. Тепловая диаграмма стратификации температуры по высоте здания

За счет применения специализированного оборудования можно добиться сокращения градиента с $1^{\circ}\text{C}/\text{м}$ до $0,2\text{--}0,3^{\circ}\text{C}/\text{м}$, если до начала работы данного оборудования тепловая диаграмма помещения выглядела как на рис. 2, а. В рабочей зоне $+14\text{--}+16^{\circ}\text{C}$, под потолком до $+30^{\circ}\text{C}$.

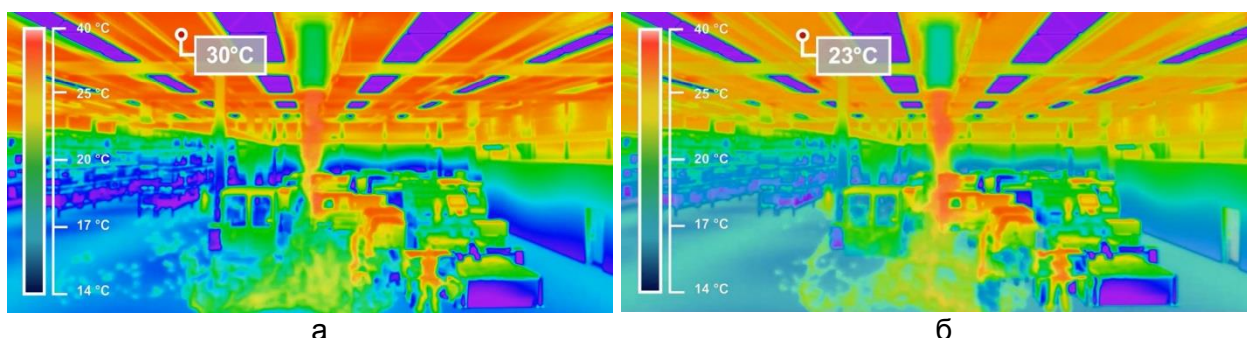


Рис. 2. Тепловая диаграмма до момента включения оборудования (а) и при работающем оборудовании (б) для дестратификации температуры воздуха в высотном объекте

Можно заметить, что при дестратификации в рабочей зоне температура поддерживается на комфортном уровне и даже увеличивается, но в пределах допустимых отклонений, а под потолком температура резко уменьшилась до $+23^{\circ}\text{C}$, что значительно снижает теплопотери через ограждающие конструкции (рис. 2, б).

Оценим, чему равен эффект от применения данных технологий и в каких регионах Российской Федерации есть смысл их применять.

Для расчета возьмем склад хранения продукции со следующими параметрами: длина L – 100 м, ширина S – 85 м, высота H – 15 м. Температура в рабочей зоне $T_{p.з.}$ – 16°C, приведенное термическое сопротивление стен $R_{ст}$ – 2,5 м²К/Вт, термическое сопротивление кровли $R_{кр}$ – 3 м²К/Вт. Параметры термического сопротивления взяты для производственных зданий с сухим и нормальным режимом работы согласно [4].

Города постройки: Москва, Санкт-Петербург, Астрахань, Кемерово.

Имея эти вводные, получаем следующие производные величины: площадь ограждающих конструкций стен – 5550 м², площадь кровли 8500 м², температура воздуха под кровлей определяется по формуле:

$$T_{кр} = T_{p.з.} + grad \cdot H. \quad (1)$$

Средняя температура воздуха в помещении определяется выражением:

$$T_{ср} = (T_{p.з.} + T_{кр}) / 2. \quad (2)$$

Теплопотери через стены определяются по формуле:

$$Q_{ст} = (L + S) \times 2H (T_{ср} - T_{ос}) N_{ос} / R_{ст}. \quad (3)$$

Теплопотери через кровлю определяются по формуле:

$$Q_{кр} = LS (T_{кр} - T_{ос}) N_{ос} / R_{кр}. \quad (4)$$

Результаты расчетов для разных городов [5] сведем в таблицу.

Таблица. Результаты расчетов для разных городов

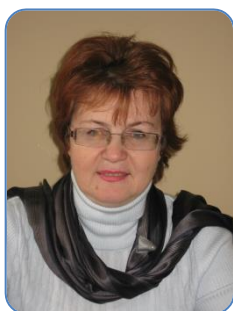
Город постройки	Дней отоп. сезона	Сред. темпер. отоп. сезона, °C	Потери через кровлю, кВт	Потери через кровлю с дест., кВт	Потери через стены, кВт	Потери через стены с дест., кВт	Итого потери, кВт	Итого потери с дест., кВт	Экономия, %
Москва	214	–3,1	496 223	350703	303291	246281	799514	596985	25,3
Санкт-Петербург	220	–1,8	490 688	341088	296556	237948	787244	579036	26,4
Астрахань	167	–1,2	365 663	252103	219775	175286	585438	427389	27,0
Кемерово	231	–8,3	617 324	460244	391384	329846	1008709	790090	21,7

Выводы:

1. высотные помещения зданий подвержены явлению стратификации;
2. стратификация значительно влияет на величину теплопотерь в зданиях;
3. чем выше помещение, тем более значительный вклад в теплопотери вносит явление стратификации;
4. чем продолжительнее отопительный сезон, тем экономия за счет дестратификации в абсолютном выражении больше;
5. чем продолжительнее отопительный сезон, тем экономия от дестратификации в относительном выражении ниже;
6. применение дестратификационного оборудования позволяет экономить свыше 20% тепловой энергии.

Литература

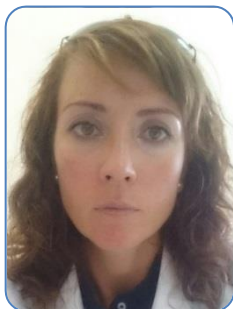
1. Григорьев А.Ю., Рубцов И.А. и др. Экспериментальные и расчетные исследования пусковых режимов работы воздушно-тепловой завесы // Вестник МАХ. – 2015. – № 2. – С. 40–45.
2. Григорьев А.Ю., Григорьев К.А. и др. Постановка задачи тепло-массообмена в помещениях, оснащенных принудительной вентиляцией // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 3(60). – С. 78–81.
3. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Введен 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 76 с.
4. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – Введен 01.07.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 96 с.
5. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. – Введен 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 109 с.



Меледина Татьяна Викторовна

Год рождения: 1948

Университет ИТМО, факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья,
д.т.н., профессор
e-mail: tvmeledina@corp.ifmo.ru



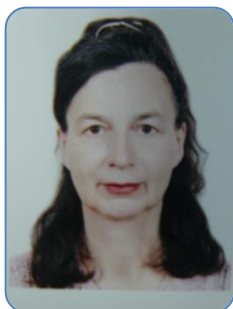
Иванова Вера Анатольевна

Год рождения: 1983

Университет ИТМО, факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья,
аспирант

Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология
и биотехнологии

e-mail: vera_ershova@mail.ru



Давыденко Светлана Геннадьевна

Год рождения: 1961

ООО «Пивоваренная компания «Балтика», к.б.н., ведущий биохимик
e-mail: Davydenko@baltika.com

УДК 663.4

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРОЖЖЕЙ РОДА *BRETTANOMYCES* В ПИВОВАРЕНИИ

Меледина Т.В. (Университет ИТМО), Иванова В.А. (Университет ИТМО),

Давыденко С.Г. (ООО «Пивоваренная компания «Балтика»)

Научный руководитель – д.т.н., профессор Меледина Т.В. (Университет ИТМО)

В работе рассмотрены история обнаружения, таксономия и некоторые особенности метаболизма дрожжей рода *Brettanomyces*. Кратко описана технология пива ламбик. Приведены перспективные направления использования дрожжей рода *Brettanomyces* в деле создания новых сортов пива, в том числе используя технологию иммобилизации клеток.

Ключевые слова: дрожжи *Brettanomyces*, систематика, ламбик, глюкозидаза, глицерин, эффект Кастерса, иммобилизация клеток.

Дрожжи рода *Brettanomyces* – дальний родственник классических пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Они особенно известны за их двоякую роль в пищевой ферментации, в том числе в ферментации напитков. С одной стороны, эти дрожжи считаются организмом порчи, ответственным за производство нежелательных ароматов в вине, сидре и молочных продуктах, а с другой стороны, дрожжи *Brettanomyces* придают желательные ароматы напиткам брожения, таким, например, как пиво ламбик и гёз.

Самое раннее упоминание о *Brettanomyces* появилось в патенте об использовании этих организмов для приготовления английских сортов пива. Впервые в 1904 году Нильс Клауссен, возглавлявший с 1898 года лабораторию пивоварни «Carlsberg», обнаружил и запатентовал новый род дрожжей, которым дал название «*Brettanomyces*» (от греческого – «британский гриб») по той причине, что получил их из британского пива [1, 2].

В настоящее время систематика включает в себя пять видов дрожжей в пределах рода *Brettanomyces* (анаморфы): *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces anomalus*, *Brettanomyces custersianus*, *Brettanomyces naardenensis* и *Brettanomyces nanus*. Телеоморфы существуют для первых двух видов: *Dekkera bruxellensis* и *Dekkera anomalus*. В пивоварении широко используются два вида *Brettanomyces bruxellensis* и *Brettanomyces anomalus* [1].

Дрожжи рода *Brettanomyces* играют существенную роль в процессах брожения пива, получаемого за счет природной микрофлоры. Такие сорта бельгийского пива носят название ламбик и гёз. Это – особенные стили пива, географически защищенные наименования. Лишь небольшой участок в районе Брюсселя в долине реки Сены – так называемый Пайоттенленд, дает, как считается, необходимую микрофлору для производства этих сортов.

Название ламбик (lambic), по наиболее распространенному мнению, произошло от города Лембеек на территории фламандской провинции Брабант. Ламбики называют самыми старыми из сохранившихся стилей пива. Их традиционно варят в холодные месяцы года (с октября по март), так как холодные ночи позволяют понизить температуру приготовленного сусла в течение ночи. Пивоварни, где варят ламбик, в большей степени похожи на сельские строения. Окна и отдушины в них обычно оставляют открытыми, чтобы «дикие» дрожжи могли беспрепятственно находить свой путь в открытые емкости с остывающим суслом. На некоторых пивоварнях эти дрожжи живут в плесени, покрывающей деревянные стены или же в бочках, используемых для процесса брожения и созревания пива. При этом в отличие от традиционного пива ламбик для созревания требует от одного до трехлетних сезонов [2].

Так чем же так привлекательны для пивоваров дрожжи рода *Brettanomyces*? В первую очередь, они интересны вкусо-ароматическим профилем пива, получаемого при их использовании. Аромат такого пива, как правило, характеризуется следующими терминами: гвоздичный, дымный, медицинский, кожаный, аромат скотного двора и проч. Отвечают за эти ароматы следующие вторичные метаболиты: фенолы и эфиры [3].

Кроме того, дрожжи рода *Brettanomyces* известны своими уникальными особенностями метаболизма. Некоторые ламбики готовят с добавлением фруктов и ягод. Подобное возможно благодаря наличию α - и β -глюкозидазы.

α -Глюкозидаза сбрасывает декстрины и мальто-олигосахариды со степенью полимеризации не выше 9, а β -глюкозидаза осуществляет гидролиз лактозы, целлобиозы и других подобных углеводов [2].

Другая особенность дрожжей этого рода в том, что их способность накапливать глицерин сильно варьирует между штаммами, причем некоторые из них накапливают глицерин в незначительных количествах или вообще его не образуют.

С недостатком синтезируемого глицерина связывают одну из самых интересных характеристик метаболизма *Brettanomyces* – так называемый эффект Кастерса. При переходе от аэробного процесса к анаэробному имеет место определенная задержка, во время которой метаболизм дрожжей перестраивается. Механизм этого процесса еще до конца не изучен [2]. Другие дрожжи, чтобы восстановить окислительно-восстановительный баланс в анаэробных условиях используют глицерин.

Важно, что глицерин – не только антистрессовый фактор для дрожжей, но, в концентрации 1–2 г/дм³ он отвечает за полноту вкуса пива [4], поэтому для главного брожения предпочтительно использовать штаммы *Saccharomyces*, а для дображивания – штаммы *Brettanomyces*.

Дображивание с дрожжами рода *Brettanomyces* – процесс довольно длительный, он протекает, как правило, от нескольких месяцев до нескольких лет. В связи с этим актуально использование технологии иммобилизации клеток с целью сокращения сроков созревания такого пива.

Под иммобилизацией клеток понимают любое ограничение свободы их физического движения в пространстве. Принцип иммобилизации заключается в стабилизации ферментативной активности клеток, принципиальном увеличении продуктивности, расширении оптимальных значений pH и температуры, удлинении срока действия ферментов клетки, сокращении времени процесса и достижении более эффективного превращения субстрата в продукт. Таким образом, основные предполагаемые эффекты от применения технологии иммобилизации клеток в процессах дображивания пива:

- сокращение времени, необходимого для обеспечения конечной степени сбраживания;
- сокращение сроков редукции диацетила;
- химические изменения состава пива, влияющие на вкусо-ароматический профиль напитка.

Известно, что в последние годы пивоварение в России стремительно развивается. Строятся пивоварни, появляются новые необычные сорта пива. Практически каждая пивоварня стремится использовать свою культуру дрожжей, которая обеспечивала бы пиву уникальный вкус и аромат. С развитием крафтового пивоварения значительно возрос интерес производителей к дрожжам рода *Brettanomyces*. Ведь различия между дрожжами *Saccharomyces* и *Brettanomyces* влекут за собой различия в биохимических процессах, благодаря которым при брожении в большем или меньшем количестве синтезируются вещества, влияющие на вкус и аромат пива.

Таким образом, использование разнообразных видов и штаммов дрожжей *Brettanomyces* дает пивовару возможность получать разнообразное пиво. А технология иммобилизации клеток открывает новые перспективы использования дрожжей рода *Brettanomyces* в пивоварении.

Литература

1. К. де В. Блекберн. Микробиологическая порча пищевых продуктов / Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2008. – 784 с.
2. Crauwels S., Steensels J., Aerts G., Verstrepen K.J., Lievens B. *Brettanomyces* *Bruxellensis*, Essential Contributor in Spontaneous Beer Fermentations Providing Novel Opportunities for the Brewing Industry // *Brewing Science*. – 2015. – V. 68. – P. 110–121.
3. Schifferdecker A.J., Dashko S., Ishchuk O.P., Piskur J. The wine and beer yeast *Dekkera bruxellensis* // *Yeast*. – 2014. – V. 31. – P. 323–332.

4. Меледина Т.В., Дедегкаев А.Т., Афонин Д.В. Качество пива: стабильность вкуса и аромата. Коллоидная стойкость, дегустация. – СПб.: Профессия, 2011. – 220 с.



Мелентьева Екатерина Анатольевна

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии и техносферной безопасности, группа № А4205

Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность

e-mail: cat-casino8@yandex.ru

УДК 504.3.054

СЕРОВОДОРОД В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ГОРОДА

Мелентьева Е.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Кустикова М.А.

В работе проанализированы данные со стационарных станций контроля загрязнения атмосферного воздуха, выявлены возможные источники загрязнения сероводородом в городе Стерлитамак.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, сероводород, атмосферный воздух, источники загрязнения, роза ветров, роза концентраций.

Введение. Во многих городах жалобы на запах составляют большую часть от жалоб населения на загрязнение окружающей среды. Пороговая концентрация восприятия запаха сероводорода $0,00043 \text{ мг/м}^3$, установленный санитарно-гигиенический норматив для воздуха населенных мест, максимальная разовая ПДК – $0,008 \text{ мг/м}^3$. Основными причинами превышения ПДК сероводорода в условиях любого города являются выбросы промышленных предприятий, а также открытые коллекторы, колодцы и прочие углубления в земле, в которых примесь может накапливаться. Несмотря на то, что сероводород не входит в перечень приоритетных загрязняющих веществ, не стоит недооценивать его вредного воздействия на организм человека.

Целью работы являлось определение источников загрязнения атмосферного воздуха сероводородом в городе Стерлитамак.

Сведения о городе Стерлитамак. Стерлитамак находится в европейской части России, южнее географического центра Республики Башкортостан, в 121 км от Уфы. Приблизительно в 50 км к востоку от города расположены Уральские горы, на западе начинается Восточно-Европейская равнина. Стерлитамак является одним из центров Южно-Башкортостанской полицентрической агломерации с мощным производственным потенциалом и населением около 300 тыс. человек.

В центральной части города протекает река Стерля, впадая в реку Ашкадар в восточной части Стерлитамака. В юго-восточной части протекает река Ашкадар, к востоку от Стерлитамака протекает река Белая. На юге город ограничивает река Ольховка – левый приток Ашкадара [1].

Климат города Стерлитамак – континентальный. Среднегодовая температура воздуха – $4,0^\circ\text{C}$. Относительная влажность воздуха – 72,0%. Средняя скорость ветра – 3,5 м/с.

Город находится в зоне высокого потенциала загрязнения атмосферы [2, 3].

Промышленность города Стерлитамак. Экономический потенциал города во многом определяют крупные химические и нефтехимические предприятия, которых насчитывается около 17 штук в городе.

АО «Башкирская содовая компания» – российское предприятие, занимающее лидирующие позиции по производству кальцинированной, пищевой и каустической соды, ПВХ, кабельных пластикатов. Состоит из двух основных производств, базирующихся в городе Стерлитамаке: производства «Сода» и производства «Каустик», также в структуру компании входит АО «Березниковский содовый завод» (г. Березники). Входит в холдинг «Башхим».

Стерлитамакский нефтехимический завод: СНХЗ. ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод» – предприятие, специализирующееся на выпуске высококачественных бутадиен-стирольных каучуков многопрофильной продукции малотоннажной химии, фенольных антиоксидантов «Агидол» (ВНТ), а также высокооктановой добавки к топливу – МТБЭ.

Машиностроительная и станкостроительная отрасли производства в городе представлены крупными акционерными обществами: «Стерлитамакский станкостроительный завод» (ныне ОАО «МТЕ»), «Красный пролетарий», «Вагоноремонтный завод», «Завод Строймаш», а также многочисленными торгово-производственными предприятиями («Станкомонтаж»).

Кроме того, в городе работают мощные предприятия стройиндустрии и стройматериалов: ОАО «Строительные материалы», ОАО «Стерлитамакстрой».

Предприятия пищевой промышленности: Стерлитамакский спиртоводочный комбинат, пивоваренный завод «Шихан» (филиал компании Heineken), Стерлитамакский хлебокомбинат, а также два крупных молочных комбината, четыре колбасных завода.

Помимо предприятий, выпускающих различную продукцию, в городе присутствуют предприятия, обеспечивающие его энергией, водоснабжением и водоотведением: Стерлитамакская и Ново-Стерлитамакская ТЭЦ, водоканал [4].

Анализ данных со стационарных станций контроля. Для выявления источников загрязнения по данным стационарных постов (станций) был проведен анализ связи наблюдаемых уровней загрязнения атмосферного воздуха с ветровым режимом территории. Были проанализированы данные, полученные со стационарных постов № 1, 2 и 4 за 2015 год.

За год стационарным постом №1 было проведено 669 измерений, стационарным постом №2 – 663 измерения, стационарным постом №4 – 660 измерений.

На рис. 1 и 2 представлены диаграммы распределения средних значений концентраций загрязняющих веществ за год по каждому направлению ветра, в круге указаны средние значения концентраций загрязнителей при штиле.

При анализе предоставленных данных со стационарных станций (постов) 1, 2 и 4 наблюдается явная зависимость величины доли концентраций загрязнителя от направления ветра. Таким образом, опираясь на данную зависимость, становится возможным определение источников загрязнения атмосферного воздуха сернистым ангидридом и сероводородом.

Наибольшие концентрации сернистого ангидрида, регистрируемые за год на посту 1, были зафиксированы при ветре юго-восточного и южного направления. Полученные данные показывают, что возможными источниками загрязнения сернистым ангидридом могут являться ОАО «Синтез-Каучук», Стерлитамакская ТЭЦ, завод «Сода», Спиртзавод и ОАО «Строительные материалы». Помимо указанных предприятий еще одним источником загрязнения может быть автомагистраль с оживленным движением, расположенная рядом с постом – 1.

Наибольшие концентрации сероводорода, регистрируемые на посту 2 за весь год, были зафиксированы при ветре северного и северо-западного направления, а также при ветре южного и юго-западного направлений. Наибольшие концентрации сернистого ангидрида наблюдались при ветре южного, юго-западного и северного направлений.

Полученные данные показывают, что возможными источниками загрязнения сероводородом могут являться Стерлитамакский станкостроительный завод, ОАО «Стерлитамакстрой», Стерлитамакская ТЭЦ и ОАО «Строительные материалы». Помимо указанных предприятий источником загрязнения сероводородом могут быть коллекторы водоканала, расположенные недалеко от поста – 2. Источниками загрязнения сернистым ангидридом могут являться те же предприятия, что и для сероводорода.

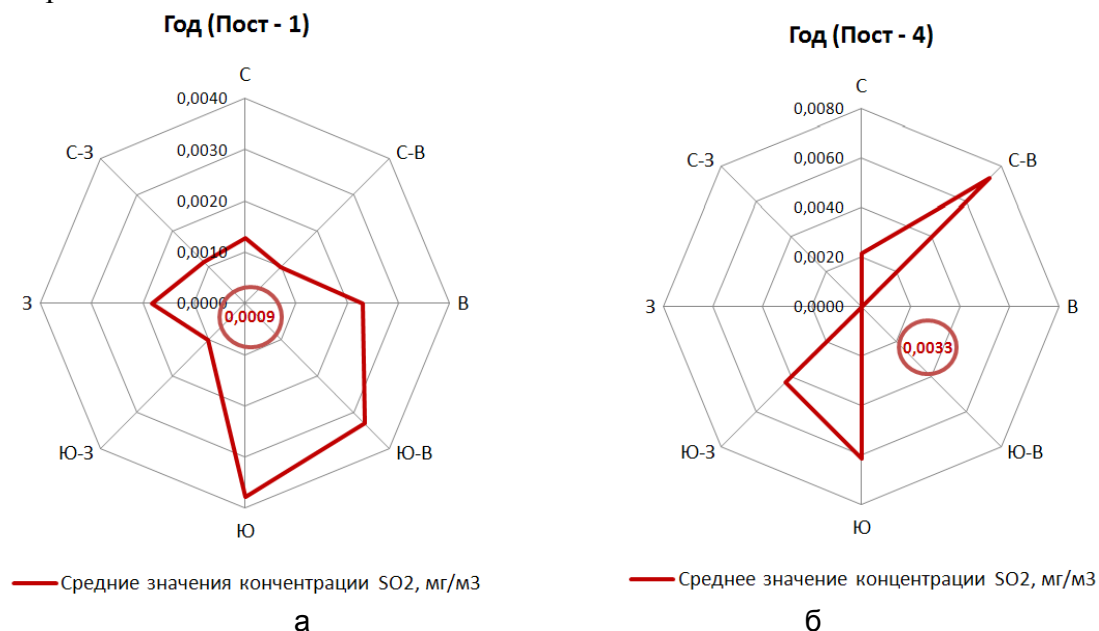


Рис. 1. Средние значения концентраций SO₂, мг/м³, по каждому направлению ветра, за год на стационарном посту №1 (а) и на стационарном посту №4 (б)

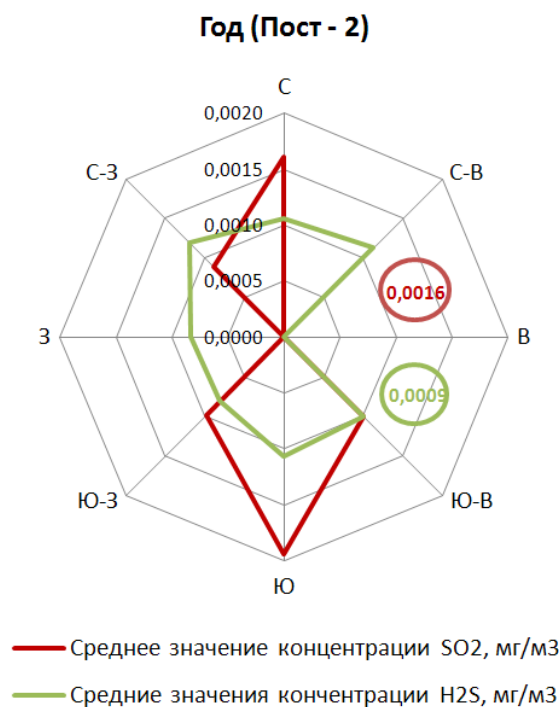


Рис. 2. Средние значения концентраций SO₂ и H₂S, мг/м³, по каждому направлению ветра, за год на стационарном посту №2

Наибольшие концентрации сернистого ангидрида, регистрируемые на посту 4 за весь год, были зафиксированы при ветре юго-западного и южного направления.

Полученные данные показывают, что возможными источниками загрязнения сернистым ангидридом могут являться водоканал и пивоваренный завод «Шихан».

Выводы. Были собраны и проанализированы данные мониторинга стационарных станций (постов) о загрязнении атмосферного воздуха сероводородом и сернистым ангидридом. Построены графики зависимости концентраций загрязнителей от направления ветра по данным стационарных станций контроля загрязнения атмосферного воздуха. На основе анализа обработанных данных выявлены потенциальные источники загрязнения атмосферно воздуха сероводородом. Для проведения более точного анализа были также использованы данные о загрязнении атмосферного воздуха сернистым ангидридом.

Необходимо отметить, что источники загрязнения, которые были найдены в процессе данной работы, могут являться лишь предположительными, так как для более точного анализа необходимо большее количество данных за более длительный временной период.

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Стерлитамак>, своб.
2. ЕЖЕГОДНИК состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2014 год. – СПб., 2015. – 287 с.
3. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха на территории деятельности ФГБУ «Башкирское УГМС» за 2014 год. – Уфа, 2015. – 76 с.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sterlitamakadm.ru/>, своб.



Мельник Ева Владимировна

Год рождения: 1996

Факультет пищевой биотехнологии и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № Т3410

Направление подготовки: 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: eveline_smile@mail.ru

УДК 637.071

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР МАРИНАДОВ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ДЛЯ МЯСА УТКИ

Мельник Е.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Кременевская М.И.

В работе рассмотрена возможность расширения ассортимента маринадов для мяса утки. Основой для маринадов явилась молочная сыворотка промышленного производства, что обосновано высокой ценностью пищевого сырья и экономической целесообразностью. Разработанные маринады оценивали по физико-химическим и органолептическим показателям.

Ключевые слова: разработка рецептур, маринование, молочная сыворотка, мясо утки, исследование показателей.

Для улучшения потребительских характеристик готового продукта широко используется направленное изменение реакции среды. Маринование сырья животного

происхождения с помощью пищевых органических кислот способствует его размягчению и сокращению времени последующей термической обработки.

В качестве маринадов можно использовать молочные продукты (простоквашу, сыворотку, пахту); пряные соусы с растительным маслом, вином или соком, уксусом; вино или кислый фруктовый сок.

Цель работы состояла в проектировании рецептур жидких маринадов на базе молочной сыворотки для мяса утки.

Для маринования была использована производственная молочная сыворотка, изготовленная по ТУ 9229-026-00441187-00 на ЗАО «Лактис» г. Великий Новгород. Применение жидкой основы маринада для мяса утки целесообразно, поскольку молочная кислота, содержащаяся в сыворотке, способствует улучшению физических, реологических и органолептических характеристик готового продукта.

Выработанные на основе молочной сыворотки маринады выдерживали при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 24 ч и оценивали по содержанию сухих веществ, величине титруемой кислотности в пересчете на молочную кислоту, pH и органолептическим показателям [1].

В качестве основного сырья пяти проектируемых рецептур маринадов использовали молочную сыворотку, соль для регулирования вкуса, оливковое масло для увлажнения суховатого мяса птицы и придания ему большей нежности. Отличались маринады вносимыми специями и пряностями:

1. «Garlic» – garlic, onion, ground coriander, black pepper and red pepper;
2. «Indian» – garlic, cracked ginger, ground coriander, caraway seeds, ground cinnamon, turmeric, ground red pepper;
3. «Nut» – garlic, onion, ground peanuts, ground black pepper;
4. «Carrot and tomato» – onion, carrots, parsley root, bay leaf, lemon and tomato juice, parsley root, ground black pepper;
5. «Cowberry» – onion, carnation, ground cinnamon, lemon juice, ground black pepper, cowberry.

Физико-химические показатели маринадов определяли методами: потенциометрии (pH), высушивания до постоянной массы (содержание влаги), потенциометрическим титрованием (титруемая кислотность). Результаты исследования физико-химических показателей молочной сыворотки и маринадов представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Физико-химические показатели молочной сыворотки

Продукт	Исследуемые показатели		
	pH	Титруемая кислотность (в пересчете на молочную кислоту), %	Кислотность в градусах Тернера, °Т
Молочная сыворотка	5,25	$0,67 \pm 0,01$	$63,02 \pm 2,18$

Таблица 2. Физико-химические показатели маринадов

Маринад	Исследуемые показатели		
	pH	Сухие вещества, %	Титруемая кислотность, %
«Garlic»	4,87	225,7	$6,3 \pm 0,4$
«Indian»	4,83	18,63,4	$6,6 \pm 0,3$
«Nut»	5,40	17,94,9	$7,2 \pm 0,3$
«Carrot and tomato»	4,38	22,45,7	$8,1 \pm 0,9$
«Cowberry»	4,75	24,02,5	$6,2 \pm 0,3$

Результаты органолептического анализа представлены в табл. 3.

Таблица 3. Органолептическая оценка маринадов

Характеристики	«Garlic»	«Indian»	«Nut»	«Carrot and tomato»	«Cowberry»
Вкус	Солоновато-кислый, острый	Солоноватый, пряный, преобладает вкус тмина	Кисло-сладкий	Кисло-сладкий	Солоноватый, преобладает вкус корицы
Аромат	Вложенных специй без выраженного преимущества какой-либо пряности	Преобладает аромат тмина	Преобладает аромат лимона	Вложенных специй без выраженного преимущества какой-либо пряности	Вложенных специй с преобладанием аромата корицы и гвоздики
Послевкусие	Репчатого лука	Тмина	Лимона	Букет пряностей	Брусники
Консистенция	Жидкой сметаны	Жидкой сметаны	Полужидкой сметаны	Жидкая	Жидкое пюре
Внешний вид	Цвет светло-горчичный с включениями пряностей	Темно-горчичный с равномерным распределением частиц пряностей	Цвет светло-бежевый с равномерным распределением включений пряностей	Цвет желтовато-оранжевый с равномерным распределением включений пряностей	Цвет розоватый с равномерным распределением включений пряностей
Соленость	Соленый	Несоленый	В меру соленый	В меру соленый	В меру соленый

На основании органолептической оценки маринадов составили диаграмму (рисунок), разработанную по 5-бальной шкале оценки качества, в которой:

- 5 баллов – отличное качество;
- 4 балла – хорошее;
- 3 балла – удовлетворительное;
- 2 балла – низкое;
- 1 балл – неудовлетворительное.

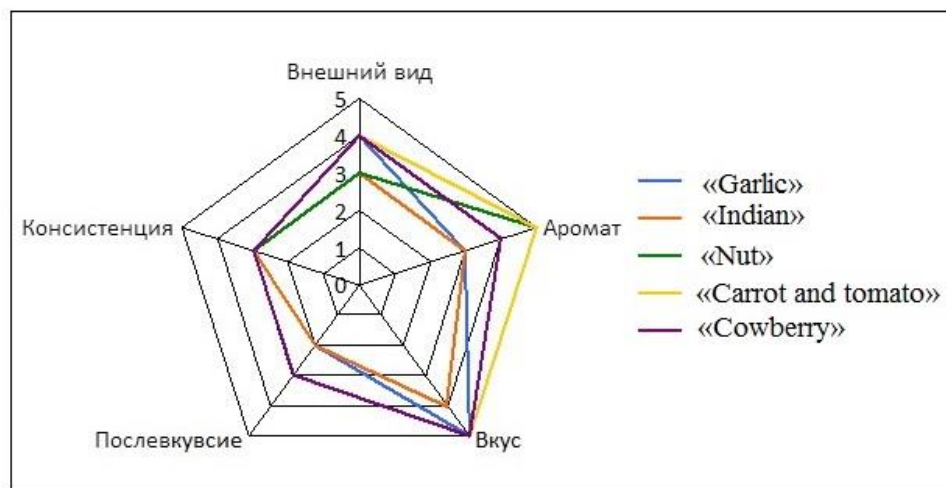


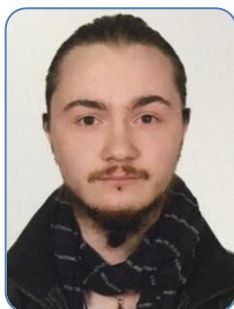
Рисунок. Органолептическая оценка маринадов

Наиболее высокое содержание сухих веществ было отмечено в маринаде с содержанием молочной кислоты в количестве 45,2%, низкое – 66,6%.

Разработанная шкала для оценки органолептических показателей маринадов показала преимущества рецептуры с содержанием молочной сыворотки в количестве 53%.

Литература

1. Парамонова Т.Н. Экспресс-методы оценки качества продовольственных товаров. – М.: Экономика, 1988. – 111 с.



Мельников Константин Алексеевич

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, группа № Т4137

Направление подготовки: 15.04.02 – Технологические машины и оборудование

e-mail: melnikov.kons@yandex.ru



Демченко Вера Артемовна

Год рождения: 1984

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, к.т.н., ст. преподаватель

e-mail: dem8484@gmail.com



Громцев Александр Сергеевич

Год рождения: 1979

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, ст. преподаватель

e-mail: aleex_g@mail.ru

УДК 664.8.022.6

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА И ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУХА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ И ПОЛУФАБРИКАТОВ

Мельников К.А., Демченко В.А., Громцев А.С.

Научный руководитель – к.т.н., ст. преподаватель Демченко В.А.

С целью защиты продукции от разных воздействий и обеспечения ее качественной сохранности при транспортировании и хранении применяют различные виды тары и упаковки. Одним из направлений решения этих задач является разработка и применение электрофизических методов и средств обработки воздушной среды, в которой упаковывается продукция. Новые методы упаковки и хранения продукции должны быть менее энергоемкими и экологически чистыми [1, 2].

Целью работы стало исследование влияния ионизированного и озонированного воздуха на процессы хранения плодоовощной продукции.

Для достижения поставленной цели были определены основные задачи исследования:

1. установление количественных и качественных изменений, происходящих при хранении продуктов;

2. определение оптимальных технологических режимов озонирования и ионизации при длительном хранении плодоовощной продукции;
3. разработка предложений по моделированию устройств, применимых для создания специальных воздушных сред.

Объектом исследований являлась экспериментальная установка, созданная на основе ионизатора и озонатора, собранная на базе кафедры. Суть эксперимента заключалась в том, что в процессе упаковывания воздушная среда будет обрабатываться ионизатором и озонатором, будет проведен сравнительный анализ полученных результатов в процессе хранения. Будет использована измерительная аппаратура, приборы и инструменты в соответствии с задачами и этапами проведения эксперимента.

Для проведения эксперимента планировалось упаковывать растительную плодоовощную продукцию нескольких видов: резаный микс из травяных овощных культур, например, фирмы «Белая Дача»; резаные овощные корнеплоды (картофель); целые овощные культуры (томат). Исследуемым объектом являлась плодоовощная продукция, которая подвержена влиянию микробиологической и грибковой порче, и экспериментальная установка по определению эффективности ионизированной и озонированной воздушной среды.

Полученные экспериментальным путем первоначальные данные позволяют:

- разработать и усовершенствовать методы хранения плодоовощной продукции в ионизированной и озонированной средах;
- разработать устройства навесного оборудования на фасовочно-упаковочные машины.

В ходе изучения дополнительной литературы по данному вопросу был сделан вывод, что хранение плодов и овощей в ионизированной воздушной среде с непродолжительной обработкой слабоозонированным воздухом и непрерывным перемещением воздуха со скоростью 0,5–2 м/с способствует повышению качества сохраняемых продуктов. Однако для каждого вида плодов и овощей (и других продуктов) необходимо определение параметров условий их хранения. В виду этого хотелось бы в дальнейшем проверить эти теоретические знания на эксперименте.

Литература

1. Чижевский А.Л. Аэроионификация в народном хозяйстве. – Изд-во: Госпланиздат, 1960. – С. 159–170.
2. Андреев С.А., Петрова Е.А. Разработка алгоритма управления озонатором // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». – 2014. – № 2. – С. 27–29.



Мизин Валерий Михайлович

Год рождения: 1944

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, к.т.н., доцент

e-mail: Valeriy-Mizin@yandex.ru



Татаренко Юлия Валентиновна

Год рождения: 1975

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, к.т.н., доцент

e-mail: lavrtat@mail.ru

**Лавицкий Игорь Александрович**

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, группа № W4215

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: igor.lavickij@mail.ru

**Кирбабин Никита Сергеевич**

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, группа № W4215

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: otyulp@mail.ru

УДК 621.57

**К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ХЛАДОНОВ
ДЛЯ ПАРОКОМПРЕССОРНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН****Мизин В.М., Татаренко Ю.В., Лавицкий И.А., Кирбабин Н.С.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Мизин В.М.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка и основы проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

В работе приведены результаты теоретического исследования холодильной машины с поршневым компрессором и кожухотрубными теплообменными аппаратами. В качестве рабочих веществ были выбраны наиболее перспективные рабочие вещества R717, R32 и R410a. Приведены характеристики холодопроизводительности в зависимости от температуры кипения, истинного объемного паросодержания и отношения объемных расходов (в состоянии жидкости и пара) в зависимости от плотности теплового потока. На основании проведенного анализа полученных характеристик рекомендовано использование R410a и R717 в низкотемпературных холодильных машинах, а R32 – в высокотемпературных.

Ключевые слова: рабочее вещество, холодильная машина, характеристика, теплообменные аппараты, эффективность.

В настоящее время возникла проблема применения альтернативных хладагентов. В мире уже существует свыше ста их наименований. Для большинства из них практически отсутствуют данные с учетом гидродинамических условий, по которым можно дать качественную оценку эффективности их применения в холодильной технике.

Значительная доля выпускаемого холодильного оборудования приходится на кожухотрубные аппараты холодильных машин, в частности на испарители затопленного типа. В значительной степени на теплообменные характеристики кипящих хладагентов влияют гидродинамические факторы, которые связаны с интенсивностью теплообмена, при этом необходимо учитывать термодинамические и теплофизические свойства рабочих веществ. В большинстве случаев, эффективность применения того или иного рассматриваемого хладагента определяют путем расчета основных характеристик компрессора. Не стоит забывать, что кроме компрессора, массогабаритные и энергетические показатели холодильной машины в значительной степени зависят от теплоэнергетической эффективности самих аппаратов. По этой причине давать оценку работе холодильной машине необходимо в комплексе с учетом всего оборудования и рабочего вещества [1].

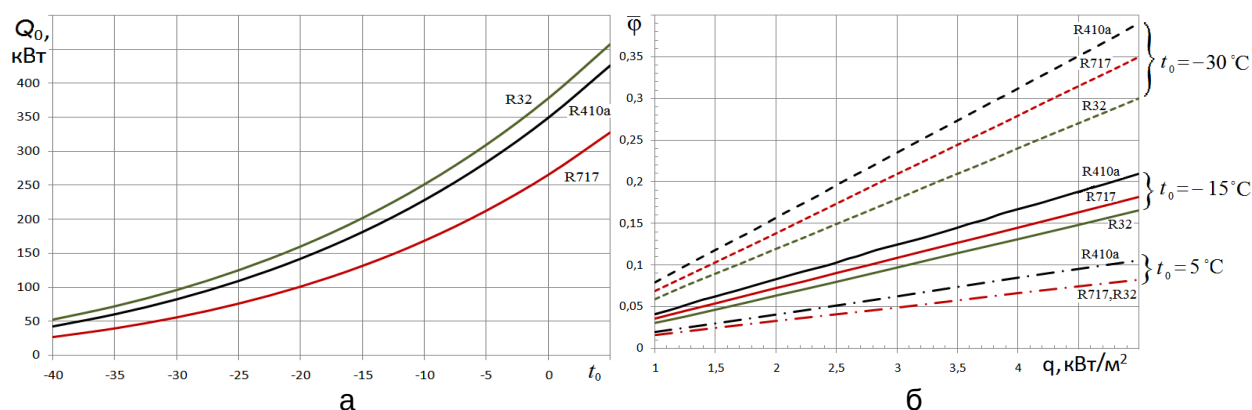


Рис. 1. Характеристика зависимости $Q_0 = f(t_0, t_k)$ (а); зависимость истинного объемного паросодержания от плотности теплового потока (б)

В работе проведен расчетно-теоретический анализ работы. Для расчетно-теоретического исследования была выбрана одноступенчатая холодильная машина с поршневым компрессором, водяным кожухотрубным конденсатором и испарителем затопленного типа, работающая на наиболее распространенных, на данный момент, рабочих веществах, таких как R717, R32 и R410a [2, 3]. На основании проведенных расчетов в пределах температуры кипения t_0 от -40 до $+5$ °C при постоянной температуре конденсации $t_k = 30$ °C по известным методикам построены основные характеристики поршневого компрессора, одна из которых представлена на рис. 1, а. Проанализировав рис. 1, а видим, что условная холодопроизводительность выше при работе компрессора на хладагенте R32.

С другой стороны, если обратимся к графику на рис. 1, б, замечен рост истинного объемного паросодержания у рабочих веществ R410a и R717, что связано с их физическими свойствами. В связи с этим R410a, как и аммиак, могут быть рекомендованы для использования в низкотемпературных машинах. Хладон R32 лучше всего использовать в высокотемпературных холодильных машинах, особенно в аппаратах с медными оребренными трубами. В этом случае низкое паросодержание хладона R32 препятствует образованию «запаривания» верхних слоев пучка труб, что может привести к более полному заполнению аппарата, а значит, к повышению его эффективности.

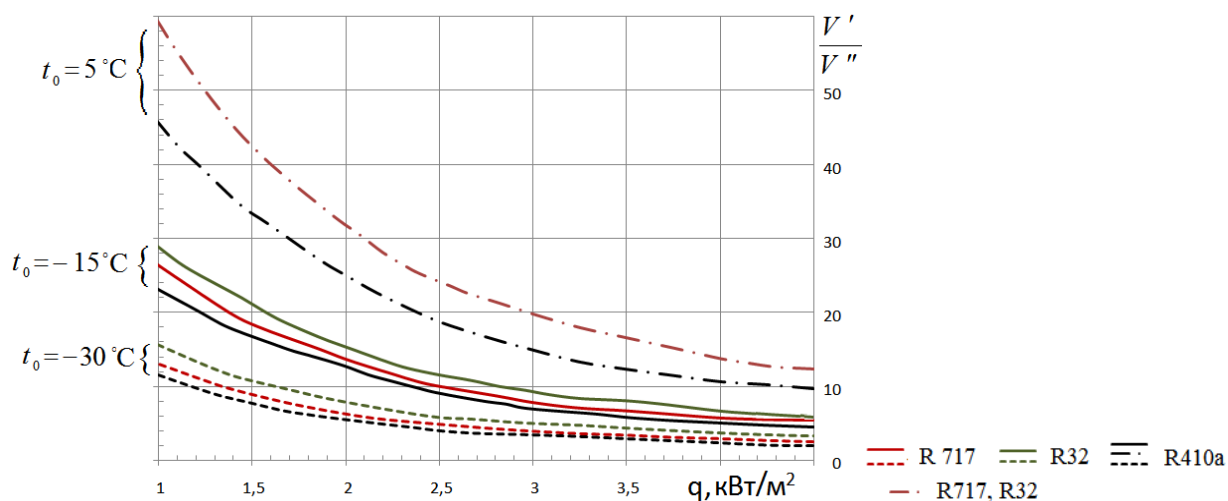


Рис. 2. Зависимость отношения объемных расходов (пар-жидкость) от плотности теплового потока

На рис. 2 хорошо видно, что в межтрубном пространстве аппарата происходит превышение расхода жидкости V' над паром V'' , что подтверждает рециркуляцию жидкости в аппарате. Наибольшие значения соотношений V' и V'' наблюдаются у рабочих веществ аммиака и R410a, что показывает их наибольшую эффективность по сравнению с R32.

Предлагаемая методика позволяет спрогнозировать эффективность применения различных рабочих веществ в парокомпрессорных холодильных машинах. Однако эффективность применения того или иного хладагента в целом возможно определить только лишь при проведении комплексных испытаний холодильной машины в целом.

Литература

1. Цветков О.Б., Лаптев Ю.А. Посткиотские тенденции и синдромы устойчивого развития техники низких температур // Холодильный бизнес. – 2015. – № 3. – С. 22–27.
2. Цветков О.Б. Экологические приоритеты российского рынка хладагентов для холодильной и климатической техники // Холодильная техника. – 2014. – № 2. – С. 15–17.
3. Маркова К.М., Татаренко Ю.В. Математическая модель паровой холодильной машины, работающая на различных рабочих веществах // VII Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». – 2015. – Ч. 1. – С. 175–178.



Милых Михаил Михайлович

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии и техносферной безопасности, группа № А4205

Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность

e-mail: mihalych212121@gmail.com

УДК 627.8.059.22

ОЦЕНКА РИСКОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАЛЫХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Милых М.М.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Кустикова М.А.

В работе рассмотрена проблема оценки рисков аварии малых гидроэлектростанций. Выявлены современные научные подходы к оцениванию рисков аварий гидротехнических сооружений, разработана процедура оценки рисков аварии малых гидроэлектростанций с внедрением понятия дозы негативного воздействия, позволяющая численно определить значение риска.

Ключевые слова: оценка рисков, гидроэлектростанция, авария.

Аварии на гидроэлектростанциях (ГЭС) приводят к огромным ущербам, принося непоправимый вред населению, хозяйственным объектам и природной среде. В последнее время строительство малых ГЭС весьма актуально (к примеру «Кемский каскад» расположенный на реке Кемь). При грамотной и всесторонней оценке риска аварии гидротехнических сооружений (ГТС) появляется возможность существенно снизить вероятность возникновения опасных ситуаций, выявив слабые места и другие критические несоответствия, тем самым заложив прочный фундамент безопасного функционирования объекта. Это обуславливает актуальность настоящей работы.

Риск аварии гидротехнического сооружения – мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии ГТС и тяжесть ее последствий для здоровья, жизни людей, имущества и окружающей природной среды [1].

Существует несколько научных подходов к оценке риска ГТС:

1. методика оценки рисков ГТС, разработанная специалистами ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, характерной особенностью которой является использование «дерева отказов» и «дерева событий» при оценке рисков;
2. методика оценки рисков ГТС, разработанная специалистами НИИ ВОДГЕО, особенностью которой является интегральная экспертная оценка риска.

С целью наиболее точной оценки рисков, необходимо объединить эти два подхода. Следует использовать метод «дерева отказов», рассматриваемый в первой методике, для того чтобы корректно выявить источники возникновения того или иного опасного сценария аварии. А интегральную экспертную оценку и расчет вероятности реализации сценария вести в соответствии со второй методикой. Обуславливается предлагаемый подход тем, что первая методика достаточна сложна и реально применима для крупных сооружений энергетического комплекса, а вторая – является достаточно простой в реализации и подходит ко всем классам гидротехнических сооружений.

Общая схема анализа (вычисления риска) воздействия ГЭС заключается в последовательном решении следующих задач:

1. анализ возможных сценариев возникновения аварии;
2. построение полей поражающих факторов, приводящих к аварийной ситуации;
3. с использованием интеграла вероятностей (ошибок) Гаусса–Пуассона (таблицы его значений) рассчитывается вероятность аварии;
4. определяются границы зон возможных поражений и рассчитывается риск аварии, выраженный как произведение вероятности аварии на возможный ущерб в случае ее реализации.

Для составления сценариев возможных аварий необходимо в первую очередь определить перечень наиболее опасных факторов (опасностей), способных вызвать аварию ГЭС, определить степень ее тяжести [2].

Вероятность опасности (поражающего фактора) измеряется в долях единицы или в процентах и выражается, как правило, функцией Гаусса–Пуассона (или иначе – функцией ошибок), представленной в (1):

$$Pa = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Pr} e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (1)$$

Верхний предел интегральной функции является пробит-функцией, отражающей связь между вероятностью поражения и поглощенной дозой.

Введем понятие дозы негативного воздействия. Доза негативного воздействия D – количественная характеристика, отражающая совокупное влияние на объект всех поражающих факторов за определенный промежуток времени. Применительно к ГТС с учетом рассматриваемых сценариев возникновения аварийной ситуации, дозу негативного влияния можно определить как характеристику, отражающую воздействие на ГТС разных видов опасности негативных процессов, способных вызвать аварийную ситуацию. Помимо опасности, следует также учитывать уязвимость ГТС к опасным факторам при расчете дозы. Для получения количественных характеристик, необходимо иметь соответствующие численные показатели, отражающие степень опасности и уязвимости ГТС.

Решить данную проблему помогает методика НИИ ВОДГЕО, которая позволяет определить показатели опасности и уязвимости экспертным методом, основывающимся на всесторонней оценке проектной документации и технического состояния гидротехнического сооружения.

Опасность возникновения аварии ГТС может определяться следующими показателями:

- превышение принятых при обосновании конструкций гидротехнических сооружений природных нагрузок и воздействий;
- несоответствие решений, принятых при проектировании ГТС, современным нормативным требованиям;
- несоответствие конструкций сооружений, условий по эксплуатации, свойств материалов ГТС и основания проектным характеристикам;
- масштабы последствия и ущербы при возникновении аварий.

Уровень уязвимости определяется восприимчивостью ГТС к воздействию факторов опасности. Приняты следующие показатели уязвимости ГТС:

- состояние сооружения (по данным мониторинга);
- состояние окружающей среды в зоне влияния гидротехнического сооружения по данным мониторинга;
- организация эксплуатации ГТС (соблюдение требований безопасной эксплуатации);
- готовность объекта к локализации и ликвидации ЧС.

В качестве поражающих факторов, вызывающих аварию следует выбрать эти самые показатели опасности аварий и уязвимости ГТС, которые определяют возможный набор сценариев возникновения аварий. Для этого необходимо определенным образом охарактеризовать каждый показатель, с точки зрения его влияния на создание аварийной ситуации. В методике принято в качестве характеристики степени опасности присваивать код к каждому показателю, а именно: 0 – нет опасности; 1 – малая опасность; 2 – средняя опасность; 3 – большая опасность [3]. Далее идет пересчет кодов по таблицам методики [3]. Аналогичный механизм осуществляется и при определении уязвимости с присвоением кодов. Таким образом, считаются коэффициенты опасности и уязвимости, по формулам (2) и (3) соответственно:

$$\lambda = \sum_{i=1}^4 \sigma_i a_i \lambda_0, \quad (2)$$

где σ_i – коэффициент значимости i -го показателя опасности; a_i – значение кода i -го показателя опасности; λ_0 – нормирующий множитель.

$$v = \sum_{i=1}^4 \varphi_i b_i v_0, \quad (3)$$

где φ_i – коэффициент значимости i -го показателя уязвимости; a_i – значение кода i -го показателя уязвимости; λ_0 – нормирующий множитель.

Тогда доза негативного воздействия рассчитывается по формуле:

$$D = \lambda v. \quad (4)$$

Пробит-функция, с учетом дозы негативного воздействия и полученных коэффициентов, будет иметь вид:

$$Pr = -\delta \frac{\ln \left[\frac{D}{Dl} \right]}{\ln \left[\frac{Dp}{Dl} \right]}, \quad (5)$$

где Dl – катастрофическое значение дозы негативного воздействия ($Dl=1$); Dp – пороговое значение дозы негативного воздействия, при котором вероятность аварии не превышает нормируемую величину ($Dp=0,15$); δ – величина допустимого риска, установленного для ГТС [4].

Подставляя формулу (5) в формулу (1) получим формулу вероятности аварии (6):

$$Pa(\text{МГЭС}) = 0,5 \operatorname{erfc} \left[\beta \frac{\ln(D/D_l)}{(\ln D_p/D_l)} \right], \quad (6)$$

где β – коэффициент вероятности риска аварии ГЭС ($\beta=1,95$ для малых ГЭС (МГЭС)) установленный в соответствии с [3].

Функция $\operatorname{erfc} x$ имеет вид (7), значения функции представлены в таблицах значений функции ошибок методики [3]:

$$\operatorname{erfc} x = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-x^2} dx. \quad (7)$$

Таким образом, формула риска аварии малой ГЭС будет выражаться:

$$Ra = Pa(\text{МГЭС}) \sum Y, \quad (8)$$

где Y – величина возможных ущербов, образующихся вследствие реализации аварии каждого отдельного реализуемого сценария (ущерб окружающей среде, материальному имуществу, здоровью людей).

Таким образом, авторы выявили современные научные подходы в области гидротехнических сооружений, ввели понятие дозы негативного воздействия и применили данные методики для создания поэтапной процедуры оценки рисков малых ГЭС. Результатом работы является механизм, позволяющий определить численную вероятность возникновения аварийной ситуации и увязать ее с допустимым риском, установленным в соответствии с нормативными документами в области промышленной безопасности [4].

Литература

1. Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21.07.1997 № 117-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15265/, своб.
2. Методические указания по проведению анализа риска аварий гидротехнических сооружений. – 2-е изд. / Под ред. Е.Н. Беллендира, Н.Я. Никитиной. – СПб.: Изд-во ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева». 2005. – С. 20–25.
3. Методические рекомендации по оценке риска аварий на гидротехнических сооружениях водного хозяйства и промышленности. – М.: Изд-во «ДАР/ВОДГЕО», 2009. – 64 с.
4. СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200094156>, своб.



Миникаев Артур Фаилевич

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра инженерного проектирования, группа № W4227

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: Artyr_Minikaev@mail.ru

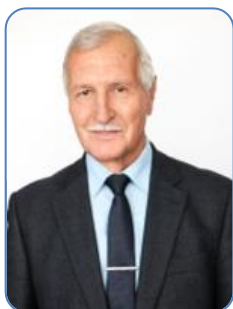
**Крапивко Павел Валерьевич**

Год рождения: 1991

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра инженерного проектирования, группа № W4127

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: krapivkor@mail.ru

**Пронин Владимир Александрович**

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра инженерного проектирования, д.т.н., профессор

e-mail: maior.pronin@mail.ru

УДК 621.515.4

ПРОФИЛИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ОДНОРОТОРНОГО ВИНТОВОГО КОМПРЕССОРА**Миникаев А.Ф., Крапивко П.В.****Научный руководитель – д.т.н., профессор Пронин В.А.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615874 «Оптимизация тепломассообменных процессов и проектных решений в системах жизнеобеспечения».

В настоящее время профилирование рабочих органов винтовых однороторных компрессоров является актуальной задачей, так как с этим связана эффективность и надежность их работы. Винтовые компрессоры относятся к машинам объемного сжатия, т.е. компримирование рабочей среды в них происходит за счет уменьшения объема полостей, образованных рабочими органами (винтами, отсекающими, корпусом). В связи с этим эффективность работы компрессора будет определяться протечками компримируемой среды через щели между элементами, образующими замкнутую полость. Таким образом, профилирование рабочих органов винтового компрессора является основополагающей задачей. Настоящая работа посвящена моделированию винта и изготовлению опытного образца с помощью 3Д-принтера. Разработана методика проектирования винта с помощью компьютерной поддержки изготовления программ твердотельного моделирования.

Ключевые слова: винтовой однороторный компрессор, моделирование, окружная форма зуба, центральный винт, 3Д принтер.

Винтовые компрессоры относятся к машинам объемного сжатия, т.е. компримирование рабочей среды в них происходит за счет уменьшения объема полостей, образованных рабочими органами. По конструктивному исполнению винтовые компрессоры делятся на двухроторные, однороторные (ВКО) и многороторные. Последние в силу сложности конструкции широкого применения не нашли и серийно, практически, не производятся. В настоящее время наиболее широкое применение получили двухроторные винтовые компрессоры, запатентованные Лисхольмом в 1936 году. Однороторные компрессоры выпускаются целым рядом зарубежных фирм (Grasso, Holl-Termotank и др.) и нашли широкое применение в холодильной технике, в частности, в чиллерах систем кондиционирования воздуха. Промышленный образец ВКО был запатентован Зиммерном. Все зарубежные компрессоры выпускаются по схеме: центральный винт и два зубчатых отсекающих, имеющие прямоугольную форму зуба. В

конце 80-х годов прошлого века Прониным В.А. был запатентован ВКО с окружной формой зуба рабочих органов [1]. Опытный образец компрессора был изготовлен и успешно испытан.

Замкнутая полость винтового компрессора ограничена рабочими органами винтами, отсекателями и корпусом, поэтому эффективность работы компрессора будет определяться протечками компримируемой среды через щели между элементами, образующими замкнутую полость. Таким образом, профилирование рабочих органов винтового компрессора является основополагающей, актуальной задачей [2].

При изготовлении рабочих органов ВКО с прямоугольной формой зуба используется специализированное оборудование, которого в нашей стране нет, однако рабочие органы ВКО с окружной формой зуба удалось изготовить с помощью универсальных обрабатывающих центров. Технологическая схема изготовления центрального винта представлена на рис. 1.

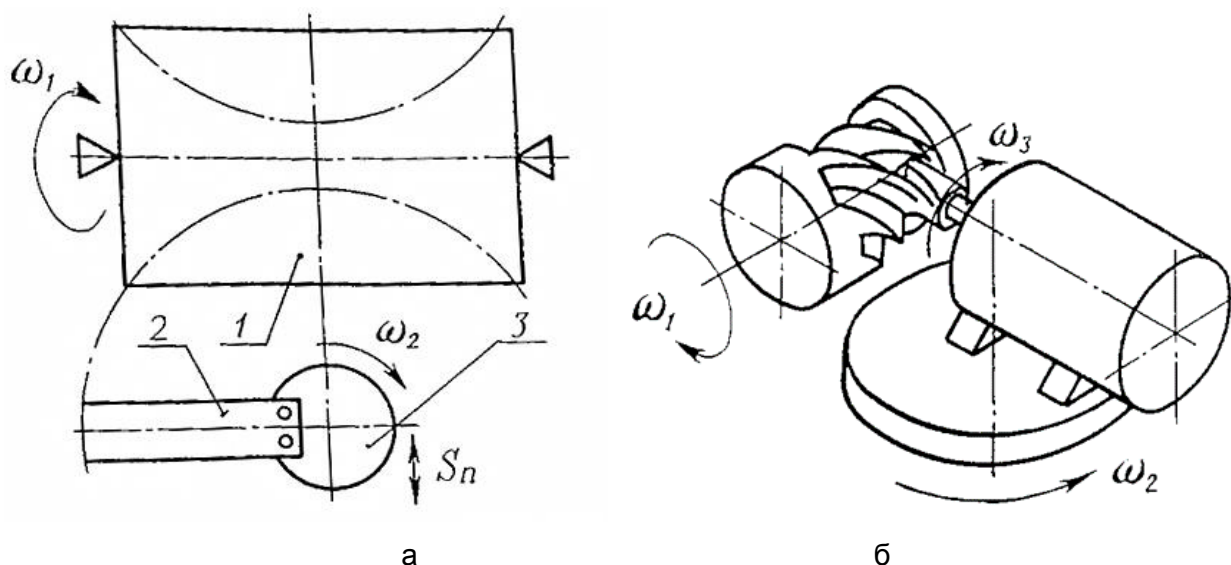


Рис. 1. Принципиальные схемы нарезания винта: ВКО с прямоугольным профилем винтовых полостей: 1 – заготовка винта; 2 – режущий инструмент (пластина); 3 – стол станка (а); прямоугольного профиля зуба, посредством режущего инструмента, имеющего возможность вращения относительно продольной оси (б)

Для изготовления (нарезания) винтов ВКО можно применить следующую технологию (рис. 1, а): заготовка винта 1 устанавливается в шпинделе станка, имеющего возможность вращения с угловой скоростью ω_1 . Режущий инструмент 2 установлен на столе 3 станка, обеспечивающем его вращение с угловой скоростью ω_2 и имеющем поперечную подачу S_n . Необходимым условием при нарезании заданного профиля является наличие постоянной кинематической связи между вращательными движениями шпинделя и стола станка. Кинематическая связь должна обеспечивать постоянство передаточного числа:

$$U_n = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_1}{z_2},$$

где z_1 – число заходов винта; z_2 – число зубьев отсекателя.

При нарезании винтов первым способом (рис. 1, а) используются резцы особого (специального) профиля, имеющие режущую кромку, лежащую в плоскости оси вращения винта. Необходимо отметить, что такой метод нарезания винтов недостаточно

производительный и в серийном (массовом) производстве его применение неперспективно.

Альтернативным видом технологического процесса нарезания винтов с прямоугольным профилем винтовых полостей считается методика, основанная на применении режущего инструмента, имеющего возможность вращения относительно своей продольной оси ω_3 , лежащей в плоскости оси вращения заготовки винта (рис. 1, б).

Для решения проблемы профилирования ротора ВКО можно использовать специализированные программы для математического моделирования и построения профилей деталей [3].

Это могут быть: САМ-системы (Computer-aided manufacturing) – системы для моделирования; программы для построения постпроцессов обрабатывающих станков; программное обеспечение для разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ и САД (computer-aided design) – автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности. Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура САПР [4].

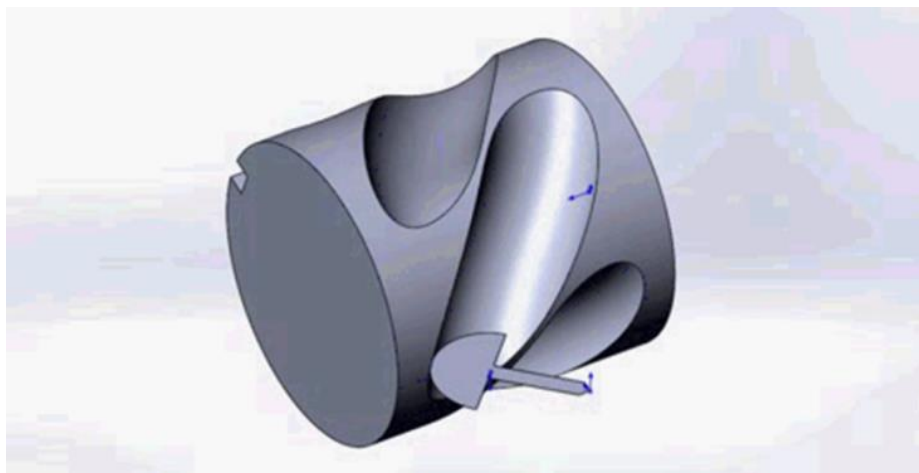


Рис. 2. Модель ВКО с «режущим» инструментом

Для реализации модели ротора ВКО в объемном виде (рис. 2), был использован 3Д принтер МаркетБот на базе лаборатории ФабЛаб Университета ИТМО.

На первом этапе был изготовлен центральный винт, для этого была разработана специальная программа. В настоящее время разрабатывается программа и производится технологическая подготовка к изготовлению зуба отсекателя, имеющего оптимальную форму контакта с впадиной винта.

Литература

1. А.С. 1813924 СССР Однороторная винтовая машина / В.А. Пронин, Г.Н. Ден, И.И. Новиков; опубл. в Б.И. – 1992. – № 23.
2. Пронин В.А. Винтовые однороторные компрессоры для холодильной техники и пневматики: дис. докт. тех. наук. – СПб., 1998. – 226 с.
3. Heinz P. Bloch A Practical Guide to Compressor Technology. – 2nd ed. – «WILEY», 2006. – P. 4–30.
4. Большаков В.П. Твердотельное моделирование деталей в САД-системах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo. – Изд-во: Питер, 2015. – С. 1–25.



Молева Мария Александровна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4232

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: masyam93@mail.ru



Сергиенко Ольга Ивановна

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: oisergienko@ya.ru

УДК338.04+504.06

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ И АСПЕКТЫ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В СООТВЕТСТВИИ
С ПРИНЦИПАМИ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Молева М.А., Сергиенко О.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сергиенко О.И.

В работе на основе обзора нормативной и справочной литературы приводятся рекомендации по наилучшим доступным технологиям и практикам для обеспечения выполнения санитарно-гигиенических требований на предприятиях хлебопекарной отрасли. Приводятся результаты эколого-экономической оценки применения наилучших доступных технологий в процессах мойки технологического оборудования и тары.

Ключевые слова: санитарно-гигиенические требования, пищевая безопасность, мойка, дезинфекция, оборудование, наилучшие доступные технологии, энергетическая эффективность.

В современных рыночных условиях залогом успешного производства продуктов питания является не только их высокое качество, отличные вкусовые свойства, но и безопасность для потребителя. Выпуск высококачественной пищевой продукции зависит от многих факторов: показателей качества сырья и материалов, соблюдения технологии переработки и, в значительной степени, от санитарно-гигиенического состояния производства. При нарушении норм и правил проведения санитарно-гигиенических мероприятий на пищевом производстве создаются условия для быстрой порчи основного сырья и продукции из-за микробиологической контаминации, что может нанести вред здоровью, привести к экономическому ущербу и, как следствие, потере имиджа предприятия.

Технологическое оборудование и другие средства обслуживания моются и дезинфицируются с частотой, в зависимости от продуктов и процессов в производстве. Цель очистки и дезинфекции – удалить остатки продуктов, а также других загрязняющих веществ и микроорганизмов из оборудования для того, чтобы гарантировать качество продукции, безопасность пищевых продуктов, пропускную способность линии, передачу тепла и оптимальную эксплуатацию оборудования. Это может быть выполнено вручную, например, используя мойку под давлением или автоматическую, например, с использованием СР.

Основные гигиенические требования к устройству, оборудованию и содержанию предприятий, вырабатывающих хлеб и хлебобулочные изделия, а также требования к

качеству продукции устанавливаются в соответствии с СанПиН 2.3.4.545-96 «Производство хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий», постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 11 февраля 2015 г. № 10 «Об утверждении СП 2.3.4.3258-15 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям по производству хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий» и Техническим регламентом Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [1].

Особенно высокие санитарные требования предъявляются к поверхностям, имеющим непосредственный контакт с продуктами питания в процессе производства: внутренним поверхностям технологического оборудования, различных емкостей, трубопроводов, тары, упаковки, инструментам, инвентарю, разделочным столам и доскам, холодильному оборудованию и транспортным средствам. Важно соблюдать условия хранения, транспортирования и реализации готовых продуктов, исключая повторное обсеменение микроорганизмами.

Соблюдение санитарной гигиены на предприятиях хлебопекарной отрасли обеспечивается выполнением требований к технологическим операциям мойки [1]. Внутренние и внешние поверхности тестомесильных деж, вакуум-аппаратов, варочных котлов и другого оборудования после окончания работ должны тщательно очищаться и промываться горячей водой. Вакуум-аппараты и котлы должны подвергаться пропариванию. Формы для хлеба и кондитерских изделий и ножи на вальцовках должны ежедневно очищаться. Доски, поверхности производственных столов, резиновые транспортерные ленты должны очищаться и промываться горячей водой с содой по мере загрязнения, но не реже одного раза в смену. Тележки, этажерки и весы должны промываться горячей водой и просушиваться ежедневно.

Мукопросеивательная система должна быть герметизирована: трубы, бураты, коробки шнеков, силосы не должны иметь щелей. Мукопросеивательная система должна не реже одного раза в 10 дней разбираться, очищаться, также одновременно проводиться проверка ее исправности и обработка против развития мучных вредителей.

Мойка, просушивание и хранение оборотной тары должно производиться отдельно от мойки внутрицеховой тары и инвентаря. При ручной мойке мытье тары и инвентаря производится в конце каждой смены после тщательной механической очистки в моечных машинах или трех секционных ваннах.

Процесс мойки оборудования проводят в трех секционных ваннах. В первой секции происходит замачивание и мойка при температуре воды 40–45°C, концентрация раствора моющего средства определяется согласно прилагаемой инструкции; во второй секции происходит дезинфекция; в третьей – ополаскивание горячей проточной водой с температурой не ниже 60°C, что приводит к значительному потреблению энергоресурсов [2].

На эффективность мойки и очистки оказывают влияние следующие факторы: оптимальная концентрация раствора, зависящая от характера отмываемых загрязнений и обеспечивающая максимальный эффект мойки и очистки; температура, с повышением которой возрастает физико-химическая активность моющего раствора, улучшается массообмен между загрязнением и моющим раствором, снижается поверхностное натяжение, уменьшается кинематическая вязкость, что усиливает турбулентность моющего раствора; турбулентный режим течения моющего раствора жидкости с оптимальной скоростью; состояние обрабатываемой поверхности оборудования (полированная, гладкая, шероховатая, пористая), обуславливающее удерживание загрязнения на поверхности [2].

На предприятиях пищевой промышленности основное назначение дезинфекции заключается в предупреждении микробного инфицирования продуктов питания, обеззараживания поверхностей. Дезинфекцию оборудования и производственных площадей осуществляют физическими и химическими методами.

Для достижения энергоэффективности на предприятии с учетом рекомендаций по выбору наилучших доступных технологий и практик [3] были предложены следующие мероприятия: пенная технология с использованием специальных высокопенных моющих средств и пеногенераторов, позволяющая сократить моющие средства в 3–5 раз по сравнению

с традиционными способами; сухая мойка оборудования и установок, при которой остатки материалов могут быть удалены из оборудования перед влажной уборкой, снижающая потребление воды и объем сточных вод [4]; предварительная внутренняя очистка оборудования скребками для извлечения ценных продуктов из трубопроводов и снижения расхода воды и сточных вод; мойка полов, стен, контейнеров, открытого оборудования под давлением на стадии промывки после очистки и применения химических веществ [3].

В соответствии с рекомендациями [5] при часовой производительности завода 2,08 т хлеба, общее водопотребление составит 27,62 м³/ч. При этом на мойку оборудования и хлебных лотков расход воды ориентировочно составляет 1 м³/ч. Максимальный годовой расход тепла на мойку оборудования составит 230,0 тыс. кДж. Годовой расход электроэнергии при этом составит 3442,4 тыс. кВт·ч.

Применение рассмотренных НДТ за счет сокращения водопотребления на мойку на 30% и сокращения расхода электроэнергии на 7% позволит ежегодно получить дополнительную экономию в сумме 1156 тыс. руб.

Выбор современных технологий, оборудования и эффективных средств для мойки и дезинфекции в пищевом производстве обеспечивает не только санитарно-гигиенические требования, но и повышает ресурсоэффективность предприятия, за счет уменьшения водопотребления и потребления энергии. По проведенным оценкам потенциал энергосбережения на операциях мойки составляет от 3 до 30%.

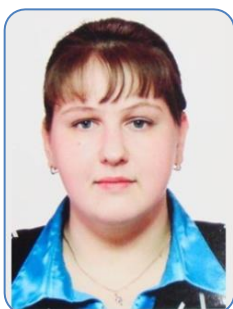
Литература

1. ВНТП 02-92. Нормы технологического проектирования предприятий хлебопекарной промышленности. Часть I. Хлебозаводы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/VNTP0292Normytechnologiche.html>, своб.
2. Компания ООО «Тридар» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tridar.com.ua/proizvodstvennaya-sanitariya-na-pishhevyih-predpriyatiyah/>, своб.
3. BREF FDM 08.2006. Food, Drink and Milk Industries, 2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/fdm_bref_0806.pdf, своб.
4. Средства для внешней мойки оборудования и поверхностей. Пенная технология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wigol.by/moiyschie-sredstva-dlia-naruzhnoi-moiki>, своб.
5. Гатилин Н.Ф. Проектирование хлебозаводов. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 374 с.



Надточий Людмила Анатольевна

Университет ИТМО, факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра прикладной биотехнологии, к.т.н., доцент
e-mail: l.tochka@mail.ru



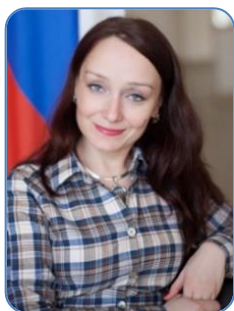
Курганова Екатерина Владимировна

Год рождения: 1993

Университет ИТМО, факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра прикладной биотехнологии, аспирант

Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология
и биотехнологии

e-mail: katia280693@yandex.ru



Шапкова Людмила Геннадьевна
Школа № 246, г. Санкт-Петербург
e-mail: luda777shap@yandex.ru

УДК 37.013: 378.147.88

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ УНИВЕРСИТЕТА ИТМО
СО ШКОЛОЙ № 246 ПРИМОРСКОГО РАЙОНА Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

Надточий Л.А. (Университет ИТМО), **Курганова Е.В.** (Университет ИТМО),

Шапкова Л.Г. (Школа № 246, г. Санкт-Петербург)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Надточий Л.А. (Университет ИТМО)

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615872 «Биотехнология поликомпонентных продуктов питания функционального и специального назначения».

В работе рассмотрены перспективы сотрудничества Университета ИТМО со школами в рамках профориентационной работы мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем при участии кафедры ПБ Университета ИТМО и Международного научного центра «Биотехнологии третьего тысячелетия». Описана проблема, существующая в области питания среди школьников, а также предложены пути решения данной проблемы.

Ключевые слова: профориентационная работа, кафедра прикладной биотехнологии, школа юного биотехнолога, рацион питания, школьники, подростки.

Значительное место в вузе занимает профориентационная работа со школьниками. Она организуется и ведется в рамках обеспечения непрерывности ступеней образования. В «Национальной доктрине образования в Российской Федерации» отмечается, что непрерывность образования в течение всей жизни человека и преемственность уровней и ступеней образования входят в состав образовательных целей, ожидаемые результаты развития системы образования на период до 2025 года. Реализуя идею непрерывного образования, Университет ИТМО вынужден модернизировать свою структуру в аспекте многоуровневого непрерывного образования также и в сфере пищевых технологий [1]. Профориентационная работа на Мегафакультете биотехнологий и низкотемпературных систем (МФ БТиНТС) при участии кафедры ПБ Университета ИТМО и международного научного центра «Биотехнологии третьего тысячелетия» в настоящее время приобретает особое значение и становится важнейшим этапом формирования мотивационной сферы молодежи.

В решении задач по профориентационной работе была создана школа юного биотехнолога (ШЮБТ) с целью привлечения талантливой молодежи в Университет ИТМО посредством популяризации имеющихся в подразделении направлений, связанных с пищевыми технологиями и биотехнологией, сохранением экологии в современном обществе и пр. В рамках работы ШЮБТ предполагается совместная научно-исследовательская и проектная деятельность между Университетом ИТМО и другими образовательными учреждениями, в частности, средними школами и профильными колледжами г. Санкт-Петербурга.

Успешным примером совместной деятельности в рамках работы ШЮБТ может служить сотрудничество Университета ИТМО со школой № 246 Приморского района,

г. Санкт-Петербурга. Кураторами сотрудничества между образовательными учреждениями выступают Л.Г. Королькова (от школы № 246) и Л.А. Надточий (от Университета ИТМО). За период сотрудничества учащиеся школы № 246 принимали активное участие в мероприятиях Университета ИТМО, в частности, в конкурсе работ международного форума «Питание и образ жизни как залог здоровья человека».

На сегодняшний день вопрос о правильном рационе питания школьников является актуальным в связи с недостатком знаний в вопросе сбалансированного питания юношей и девушек. Рацион питания школьника должен быть адекватен энергозатратам подростков и в полной мере удовлетворять все их потребности. Данная категория школьников более самостоятельна в выборе продуктов питания, тем более школьники проводят большую часть дня вне дома и без родительского контроля, поэтому необходимо развивать их знания с целью формирования пищевых привычек, способствующих здоровому образу жизни. Правильное питание школьника – залог его здоровья, успеваемости и нормального развития.

На пути решения данной задачи, а также в рамках анонсирования ШЮБТ на базе школы № 246, в декабре 2016 г. прошел мастер-класс по расчету суточного рациона питания школьников. Кураторами данного мероприятия выступали педагоги школы № 246 Королькова Людмила Геннадьевна (учитель химии и биологии) и Караборчева Марина Анатольевна (учитель биологии). Главной целью мероприятия была оценка уровня грамотности школьников старших классов (8–9 классов) в вопросах питания и популяризация здорового образа жизни.

В ходе мероприятия школьники под руководством магистрантов кафедры ПБ Университета ИТМО проанализировали собственные рационы питания и сопоставили их с нормами потребности данной группы населения в энергии и макро-нутриентах. Лепешкин Артем (магистрант Университета ИТМО) информировал ребят о возможности самостоятельно определять свой пищевой статус с использованием баз данных по химическому составу пищевых продуктов и ингредиентов. Абдуллаева Малика осветила важность владения данным подходом в расчетах и его применимости при решении вопросов пищевой комбинаторики, которыми владеют студенты факультета ПБИ Университета ИТМО.

В соответствии с методическими рекомендациями МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» нормами физиологических потребностей в энергии и макронутриентах для возрастной группы от 14 до 18 лет являются следующие показатели: для девушек потребление белка должно составлять 75 г/сут., углеводов – 363 г/сут., жиров – 83 г/сут., энергия – 2500 ккал/сут.; для юношей потребление белка должно составлять 87 г/сут., углеводов – 421 г/сут., жиров – 97 г/сут., энергия – 2900 ккал/сут. В результате проведенного исследования были получены данные о соответствии суточных рационов школьников нормам потребления пищевых веществ и энергии в Российской Федерации (таблица).

Таблица. Удовлетворение суточной потребности в пищевых веществах и энергии в рационах испытуемой группы школьников

Испытуемая группа школьников	Восполнение суточной потребности, %			
	в белках	в жирах	в углеводах	в энергии
юноши	61,5	36,8	36,2	50,8
девушки	103,2	42,1	84,8	78,0

В составе рациона у юношей наблюдается дефицит по всем контролируемым показателям. В рационах питания девушек отмечается недостаточное потребление

жиров и углеводов, а также дефицит получения энергии. Также в результате опроса было выяснено, что в рационе подростков отсутствуют первые блюда, и продуктовый набор однообразен и неполноценен.

В качестве рекомендаций анализируемой группе школьников можно посоветовать следующее: повысить культуру питания; оптимизировать свой рацион; расширить спектр пищевых продуктов в ежедневном питании.

Была отмечена необходимость проведения подобных мероприятий для школьников различных возрастных групп. В дальнейшем планируется масштабирование работы ШЮБТ на базе Университета ИТМО с привлечением широкой целевой аудитории г. Санкт-Петербурга. Для осуществления поставленной цели планируются следующие формы работы в рамках ШЮБТ: интерактивные занятия, в том числе мастер-классы, открытые лекции и пр. на базе Университета ИТМО.

Весной 2017 г. был запущен курс открытых лекций «Съедобная наука» под руководством шеф-повара и автора проекта Umatі Ильи Литвяк, который включает теоретический материал в формате «живого общения» с демонстрацией практических подходов в приготовлении различных блюд, помимо этого, домашние задания для закрепления пройденного материала. Данный курс позволит привлечь внимание абитуриентов к направлениям обучения в Университете ИТМО, связанным с пищевыми технологиями, инициатором проекта является международный научный центр «Биотехнологии третьего тысячелетия».

Обучение в ШЮБТ рассчитано на 7 месяцев и делится на два вида деятельности: учебно-познавательную (октябрь – декабрь) и научно-исследовательскую (январь – апрель).

В рамках I ступени – учебно-познавательной деятельности – учащиеся знакомятся с основами технологических процессов производства продуктов питания, в частности, биотехнологическими приемами, на кафедрах МФ БТиНТС Университета ИТМО.

После успешного освоения I ступени, выбрав направление будущего исследования, учащиеся окунаются в научно-исследовательскую деятельность II ступени обучения под руководством преподавателей, аспирантов и магистрантов Университета ИТМО.

Завершающим этапом обучения в ШЮБТ ожидается участие ребят в совместных проектах, форумах и конференциях, в частности, во всероссийском конгрессе молодых ученых (школьная секция), организованным Университетом ИТМО.

В ближайшем будущем планируется масштабирование деятельности в рамках ШЮБТ в тесном сотрудничестве с образовательными учреждениями Российской Федерации в дистанционной форме. Помимо этого, ведется развитие деятельности ШЮБТ на международном уровне с целью привлечения абитуриентов со всего мира, в результате чего ожидается старт международной летней ШЮБТ в июне 2018 г. [2–4].

Литература

1. Надточий Л.А., Орлова О.Ю., Лепешкин А.И. Особенности мотивационной сферы современного студента // VII Международная научно-техническая конференция «Низко-температурные и пищевые технологии в XXI веке». – 2015. – С. 501–504.
2. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – Введен 18.12.2008. – М.: Роспотребнадзор, 2009.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 4 октября 2000 г. № 751 г. Москва «О национальной доктрине образования в Российской Федерации».
4. Скурихин И.М. и др. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.



Назарова Анастасия Сергеевна

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, группа № W4115

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: lonerpilgrim@yandex.ru

УДК 621.594

ПОЛУЧЕНИЕ БИОГАЗА НА ПОЛИГОНАХ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Назарова А.С.

Научный руководитель – к.т.н. Данилов М.М.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

В работе выполнен поиск газовых смесей, в состав которых входит диоксид углерода, который, в свою очередь, служит рабочим веществом газовой холодильной машины, где происходит его вымораживание. Одной из таких смесей является биогаз, в состав которого входит диоксид углерода (от 30 до 40%). Основным источником биогаза являются полигоны твердых бытовых отходов. С целью подтверждения наличия диоксида углерода в биогазе было проведено исследование на полигоне твердых бытовых отходов «Волхонка».

Ключевые слова: диоксид углерода, биогаз, биореактор, твердые бытовые отходы.

В последние 50 лет во многих странах мира активизировались поиски нетрадиционных источников энергии. Анаэробное разложение – один из наиболее известных процессов превращения биомассы в энергию. Именно такой процесс происходит внутри полигонов твердых бытовых отходов (ТБО). ТБО на 55–80% состоят из органических фракций и рассматриваются как потенциальный источник энергии.

В городах и поселениях городского типа в Российской Федерации в течение года образуется около 58 млн т. ТБО. Большая часть этих отходов вывозится на свалки и полигоны, занимающие в стране свыше 20 тыс. га земли, и около 50 тыс. га составляет площадь закрытых (заполненных) свалок [1].

Средний морфологический состав ТБО для климатических зон России характеризуется большим содержанием пищевых отходов (30–55%), бумаги, картона (20–40%), дерева (1–4%), текстиля (3,5–7%), полимерных материалов (4–8%), стекла (5–7%) [2].

Все анаэробные разложения ТБО начинаются в первые 10–50 дней после укладки отходов. По истечении 3 лет биогаз можно начинать собирать. При разложении 1 т ТБО выделяется 70–250 м³ биогаза в течение 20 лет. С метрового слоя отходов возможно получение до 3 м³/ч биогаза.

Компонентный состав биогаза, получаемый с полигонов ТБО: метан (49–54%), диоксид углерода (30–32%), водород (0,01–0,05%), азот (14–19%), кислород (1–4%).

Теплотворная способность биогаза сравнительно низка – 20 тыс. кДж/кг. При разложении биогаза на основные составляющие его компоненты (метан и диоксид углерода) и удалении из него диоксида углерода теплотворная способность увеличится в 1,6 раза, что соответствует теплотворной способности природного газа.

Разделение биогаза может быть осуществлено методом вымораживания диоксида углерода в газовой холодильной машине, работающей на биогазе, причем с получением двух продуктов: топливного газа и сухого льда [3].

Проведение исследования по определению газоносности полигона ТБО «Волхонка»: на полигоне был снят верхний слой компоста и прорыта яма размером 1,2×0,7 м и глубиной 2 м.

После установки перфорированной трубы яма была засыпана, а земля утрамбована. К вершине трубы был привязан шарик для заполнения газом.

Через 10 дней при осмотре выбранного участка были получены результаты: шарик (полностью наполненный газом) – лопнул, из трубы ощущался выход биогаза с характерным запахом, при поднесении огня к скважине наблюдалось возгорание газа голубым цветом высотой 60 мм.

Глубина заложения биореактора выбирается таким образом, чтобы при создании в скважинах разрежения наружный воздух не имел бы возможности просачиваться в скважины. Это особенно важно при отсутствии газонепроницаемого покрытия поверхности полигона, выполнение которого намного удорожает стоимость выполнения работ. При величине разрежения 100 мм вод. ст. просачивание воздуха на глубину 2 м практически неосуществимо.

По произведенным расчетам для производства 100 кг/ч твердого диоксида углерода при начальной концентрации CO_2 в биогазе 36%, потребуется расход биогаза $136 \text{ м}^3/\text{ч}$. По графику этому соответствует площадь скважины $0,12 \text{ м}^2$ (рис. 1).

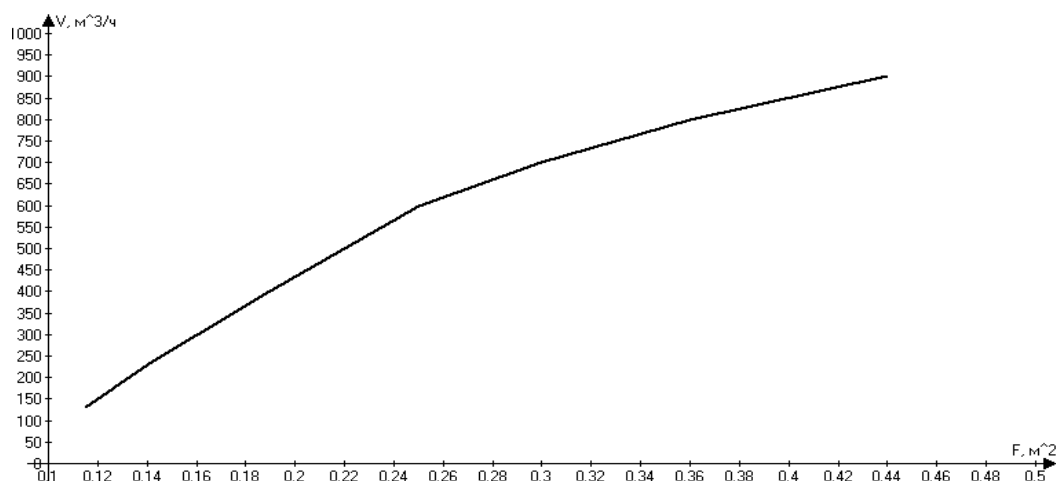


Рис. 1. Зависимость получаемого объема биогаза с определенной площади полигона

Скважины выполняются с помощью буровой установки. В каждую скважину опускается труба, не менее 12 м, нижняя часть которой – перфорирована. Пространство между трубой и отходами засыпается гравием. Площадь полигона, с которого собирается биогаз, засыпается глиной, чтобы не просачивалась дождевая вода. Биогаз собирается в биореактор (система труб, соединенных между собой), далее газ идет к газосборному пункту, проходит через фильтр для очистки от механических примесей и осушки. Там же происходит периодический химический анализ биогаза (рис. 2).

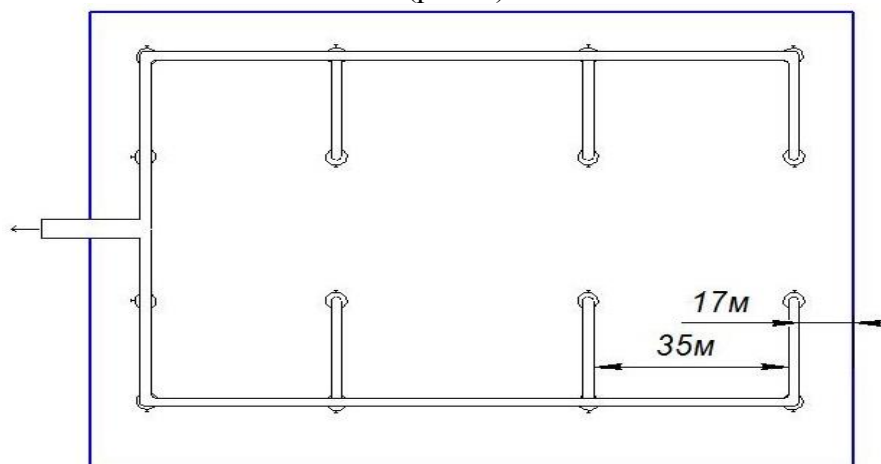


Рис. 2. Вариант схемы биореактора для полигона ТБО

Разработка и внедрение технологий и оборудования для сбора и использования биогаза, образующегося на свалках ТБО, может внести существенный вклад в решение проблемы получения дополнительной энергии, обеспечит оздоровление окружающей атмосферы, в значительной степени снизит опасность возникновения пожаров, позволит решить вопросы рекультивации земель, отведенных под полигоны ТБО.

Литература

1. Абрамов Н.Ф., Проскуряков А.Ф. Сбор и утилизация биогаза на полигонах твердых бытовых отходов: Обзорная информация. – Вып. 1(30). – М.: ЦБНТИ Минжилкомхоза РСФСР, 1989.
2. Утилизация твердых бытовых отходов / Под редакцией Д. Вилсона. – М.: Стройиздат, 1985. – 336 с.
3. Данилов М.М. Вымораживание диоксида углерода из газовых смесей в проточной части низкотемпературных турбодетандеров // Известия СПбГУНиПТ. – 2009. – № 3/4. – С. 10–13.



Новикова Ксения Александровна

Год рождения: 1995

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии и техносферной безопасности, группа № А4105

Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность

e-mail: novikova.xenia@mail.ru

УДК 622.33:622.807:622.87

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ РАБОТНИКОВ УГОЛЬНО-ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Новикова К.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Кустиков Ю.А.

В работе рассмотрено влияние запыленной воздушной среды на организм работников горнодобывающих предприятий, определены основные профессиональные заболевания, связанные с воздействием пыли в процессе трудовой деятельности работников.

Ключевые слова: горнодобывающая промышленность, горное предприятие, шахта, карьер, горнорабочий, профессиональные заболевания, воздушная среда, запыленность воздушной среды, пневмокониозы.

Горнодобывающая промышленность – важнейшая отрасль промышленности, которая включает добычу, переработку и обогащение минерального сырья – энергетического, рудного, горнохимического, строительных материалов.

Горнодобывающие предприятия являются одними из самых крупных производств в стране. Одно горнодобывающее предприятие насчитывает более тысячи рабочих. В целом, на горнодобывающих предприятиях трудятся сотни тысяч работников. Более половины подвержены вредным и опасным производственным факторам, негативно влияющим на здоровье работников [1–4].

Рассматривая технологический процесс добычи полезных ископаемых, наиболее пылеобразующими являются работы по дроблению, измельчению горного массива. Работы, связанные с бурением, вскрытием горной массы путем взрыва также очень интенсивны, при данных видах работ выделяется большое количество взвешенных частиц. При погрузке и

транспортировке как отработанной горной массы, так и полезных ископаемых выделяется пыль, но уже менее интенсивно.

На угольных шахтах при проведении большинства работ концентрация пыли в воздухе значительно превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) для угольной, породной пыли. Горнорабочие, которые заняты в работах по очистке горной массы, и взрыву породы подвергаются действию угольной пыли, где содержание свободного диоксида кремния составляет до 5%. Высокое содержание кварца в пыли наблюдается при проведении выработок, в процессах бурения и погрузки горной массы.

Размер частиц пыли изменяется от долей микрометров до 100 мкм. По размерам частицы пыли подразделяются на:

- грубые (от 10 до 100 мкм), заметные невооруженным глазом и оседающие достаточно быстро;
- микроскопические (от 0,25 до 10 мкм), видимые в обычные оптические микроскопы и оседающие в неподвижном воздухе с постоянной скоростью;
- субмикроскопические (менее 0,25 мкм), обнаруживаемые только при помощи электронных микроскопов, постоянно находящиеся в состоянии хаотического движения и практически не оседающие в неподвижном воздухе.

Пыль, в зависимости от размера частиц, способна привести к разным заболеваниям органов дыхания. При размере частиц от 0,25 до 10 мкм наблюдается накопление пыли, и оседание ее в легких работника, что при длительном воздействии приводит к фиброзу легких, образованию новой легочной ткани и затруднению дыхания работника.

Вдыхаемые частички пыли могут вызывать заболевания легких – пневмокониозы, при вдыхании угольной пыли – антракоз. Большие частички пыли сильно травмируют слизистую оболочку, как носа, так и легких, что приводит к перерождению легочной ткани горнорабочего.

Вероятность получить профессиональное заболевание пылевой этиологии зависит от следующих факторов:

- концентрация пыли, интенсивность ее экспонирования, длительность контакта (стажа работы);
- индивидуальная чувствительность к пыли и наличие факторов, предрасполагающих к развитию фиброза;
- характер пыли, геометрические размеры частиц, их аэродинамические свойства.

По данным диаграммы (рис. 1) можно сделать вывод, что запыленность рабочей среды шахтера-проходчика составляет $33,6 \text{ мг/м}^3$, что значительно превышает допустимые уровни и значения, и негативно сказывается на состоянии здоровья рабочего.

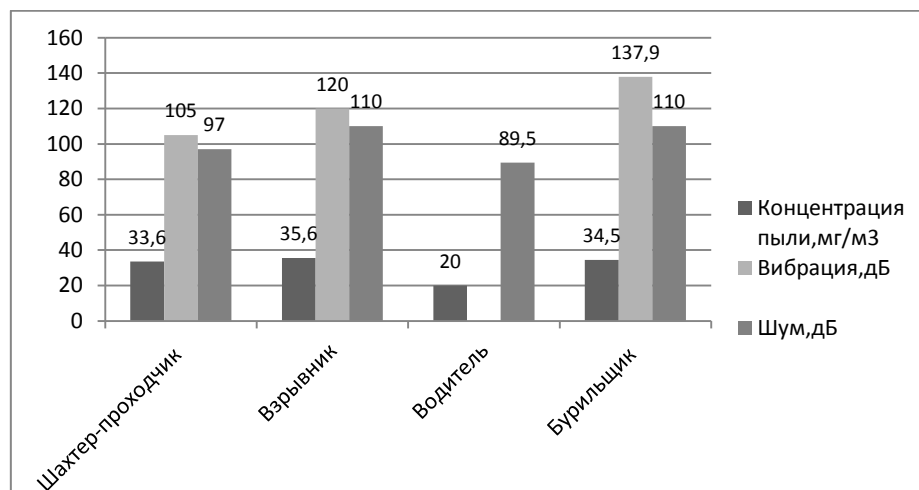


Рис. 1. Данные о воздействии факторов рабочей среды на работников основных профессий

Запыленность при работе взрывника составляет в среднем $35,6 \text{ мг/м}^3$.

У водителей большегрузных машин, погрузчиков также превышены ПДК, но запыленность уже меньше, и составляет 20 мг/м^3 .

Бурильщики работают также при сильной запыленности, где концентрация пыли $34,5 \text{ мг/м}^3$.

Предельно допустимые концентрации угольной пыли:

- пыль, содержание от 10% до 70% двуокиси кремния – 2 мг/м^3 ;
- пыль, содержание от 2% до 10% двуокиси кремния – 4 мг/м^3 ;
- пыль, содержание менее 2% двуокиси кремния – 10 мг/м^3 .

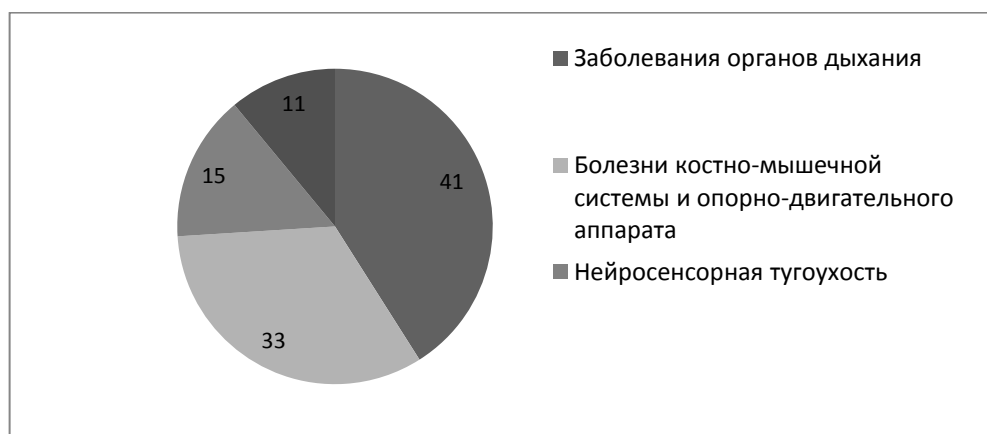


Рис. 2. Профессиональная заболеваемость рабочих угольных разрезов

На круговой диаграмме (рис. 2) структуры профессиональной заболеваемости рабочих угольных разрезов хорошо видно, что первое место (41%) – заболевания органов дыхания (бронхит, альвеолит, антракоз); второе место (33%) – это болезни костно-мышечной системы и опорно-двигательного аппарата; третье место (15%) – нейросенсорная тугоухость; четвертое место (11%) составляет вибрационная болезнь.

Для профилактики профессиональных заболеваний органов дыхания у рабочих при закрытой и открытой добыче полезных ископаемых необходимо соблюдение комплекса мер:

1. технологических и организационных, которые включают в себя: совершенствование технологии, применение современного оборудования, установка систем пылеподавления, пылеулавливания, своевременный ремонт оборудования, периодический контроль в воздухе рудничного аэрозоля;
2. инженерно-технических (промывка водой, орошение, увлажнение, водяные завесы, применение средств индивидуальной защиты органов дыхания);
3. лечебно-профилактических и социальных (предварительные и периодические медосмотры, сокращенный рабочий день, увеличенный отпуск, лечение в санаториях).

Литература

1. Профессиональный риск для здоровья работников: Руководство / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. – М.: Тривант, 2003. – 448 с.
2. Гигиеническая оценка условий труда шахтеров подземных профессий на угольных шахтах Кузбасса: информационно-аналитический обзор материалов исследований за 2011 (июль-декабрь) – 2012. – Вып. 4. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2014. – 136 с.
3. Челищева М.Ю. Опыт практической работы Центра медицины труда металлургического комбината // Материалы VIII Всерос. конгресса «Профессия и здоровье». – 2009. – С. 542–543.
4. Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда. Введение в специальность: учебное пособие. – Медицина, 2002. – 392 с.

**Носова Анастасия Олеговна**

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии
и техносферной безопасности, группа № А4105Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасностьe-mail: mast225856@yandex.ru

УДК 006.013

**РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ****Носова А.О.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Кустиков Ю.А.**

Современное развитие лабораторной медицины как высокотехнологической отрасли медицинской науки требует адекватного обеспечения метрологической корректности выполняемых измерений. В работе рассмотрен вопрос необходимости разработки стандартных образцов медицинского назначения, а также методы достижения метрологической прослеживаемости.

Ключевые слова: стандартный образец, клиничко-диагностическая лаборатория, метрологическая прослеживаемость, лабораторная медицина.

В настоящее время в России происходит модернизация сферы здравоохранения, которая заключается не только в технологическом переоснащении, но и требует принципиального пересмотра понимания проблемы метрологического обеспечения деятельности клиничко-диагностических лабораторий. Основные проблемы метрологии в сфере медицины – проблема доверия результатам лабораторных измерений и проблема сходимости полученных результатов.

Данная ситуация сложилась в связи с тем, что:

- практически отсутствует взаимодействие метрологов и клиничков;
- отечественная система обеспечения единства измерений в лабораторной медицине частично не соответствует требованиям международных документов;
- практически отсутствует метрологическая прослеживаемость;
- отсутствует единый эталон – эталон количества вещества;
- отсутствует понимание проблемы метрологического обеспечения деятельности клиничко-диагностических лабораторий со стороны медицинских работников.

Главная цель метрологического обеспечения – это обеспечение получения результатов измерений с заданной точностью. Для измерений в сфере медицины это особенно важно, так как здесь от полученных значений зависит, к примеру, постановка диагноза пациенту и назначение лечения.

«Техническим фундаментом» метрологического обеспечения клиничко-лабораторных измерений должна быть система стандартных образцов, обеспечивающая воспроизведение единиц величин, характеризующих состав и свойства биологических материалов.

Стандартный образец состава или свойств вещества (материала) – средство измерений в виде определенного количества вещества или материала, предназначенное для воспроизведения и хранения размеров величин, характеризующих состав или свойства этого вещества (материала), значения которых установлены в результате метрологической аттестации, используемое для передачи размера единицы при поверке, калибровке,

градуировке средств измерений, аттестации методик выполнения измерений и утвержденное в качестве стандартного образца в установленном порядке [1].

Важным свойством стандартных образцов является их прослеживаемость к единицам системы СИ. Это свойство подразумевает возможность сопоставления их значений с принятыми государственными и международными эталонами путем неразрывной цепи сравнительных испытаний с установленными значениями неопределенности [2].

В связи с вышесказанным разработка прослеживаемых стандартных образцов медицинского назначения высшего метрологического уровня является одной из приоритетных задач государственных метрологических институтов.

Для стандартных образцов медицинского назначения прослеживаемость результатов измерений к единицам системы СИ может обеспечиваться двумя способами:

1. для стандартных образцов свойств биологических жидкостей (к примеру, водородный показатель pH, УЭП) требование прослеживаемости может достигаться через их аттестацию при помощи эталонов [2];
2. для стандартных образцов состава, из-за того, что эталон количества вещества отсутствует, прослеживаемость к средствам измерения реализуется с использованием первичных методов посредством переходных коэффициентов, так как они имеют известные оцененные неопределенности. Первичным называется метод, который имеет наивысшие метрологические характеристики, а его операции могут быть в полном объеме описаны и поняты. Данный метод не предусматривает получение результатов измерений путем сопоставления с эталоном измеряемой величины. В качестве коэффициентов в рассматриваемом случае могут использоваться молярная масса, число Авогадро, постоянная Фарадея и другие. Примерами такого метода являются кулонометрия, гравиметрия. Стандартные образцы, аттестованные с помощью первичных методов, рассматриваются как первичные стандартные образцы. Они имеют наивысшие метрологические характеристики.

Прочие методы (к примеру, хроматография, атомно-абсорбционная спектрофотометрия, спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой и др.) считаются методами сравнения. Прослеживаемость стандартных образцов медицинского назначения, аттестованных с помощью методов сравнения, может быть достигнута только при условии использования первичных стандартных образцов или аттестованных смесей, приготовленных на их основе.

Существуют и иные, косвенные способы, например, достижение прослеживаемости с помощью методов, имеющих известные неопределенности или через стандартные образцы, которые имеют значения с известными неопределенностями [2].

Отдельно необходимо рассказать про такую биологическую жидкость, как кровь – очень сложное по составу и свойствам вещество. Для того чтобы обеспечить высокий уровень точности измерений различных показателей крови, необходима система высокотехнологичных медицинских лабораторий. Внедрение современного оборудования обеспечит не только высокую точность измерения аналитов, но и выпуск государственных стандартных образцов сыворотки крови, без которых невозможно будет обслуживание оборудования и метрологическое сопровождение.

Итак, необходимо:

- понимание клиницистами проблемы необходимости взаимодействия с метрологами. Руководителям клинико-диагностических лабораторий и главным врачам лечебно-профилактических учреждений необходимо понять, что метрология является важной составляющей в получении правильных и точных результатов для принятия правильных и последовательных решений для лечения пациентов;

- создание прослеживаемых стандартных образцов медицинского назначения;
- освоение современных измерительных технологий.

Литература

1. ГОСТ 8.315-97. Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения. – Введен 01.07.1998. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 25 с.
2. Эмануэль А.В., Суворов В.И., Евсеенко О.В. Метрологическое обеспечение деятельности медицинской лаборатории // Клиническая и лабораторная диагностика. – 2013. – № 2. – С. 41–44.



Олина Ксения Алексеевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, группа № Т4225

Направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: kseniaoi@yandex.ru



Брусенцев Анатолий Анатольевич

Год рождения: 1953

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, к.т.н., доцент

e-mail: brusentsev53@mail.ru

УДК 637.146

ПОДБОР РАСТИТЕЛЬНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЙОГУРТА

Олина К.А., Брусенцев А.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Брусенцев А.А.

В работе рассмотрено и обосновано использование для производства йогурта таких добавок растительного происхождения, как овсяные хлопья и банановое пюре с медом. Отработаны способы подготовки и внесения компонентов.

Ключевые слова: разработка рецептур, подбор компонентов, йогурт, добавки растительного происхождения.

Отечественные ученые считают, что нарушения в общем физиологическом состоянии населения России не только связаны с нарастающими экологическими проблемами в регионах, но и с дефицитом в рационе питания таких немаловажных его составляющих, как витаминов, минеральных веществ, растительных тканей, ненасыщенных жирных кислот, биологически активных компонентов. Именно поэтому улучшение структуры питания населения нашей страны является необходимым условием, не только для поддержания здорового образа жизни, но и ее продления. В связи с этим в последние годы широкое распространение получило такое направление в пищевой промышленности, как функциональное питание [1].

Сегодняшний рынок продуктов функционального питания в большей степени состоит из молочных продуктов. Создание продуктов на молочной основе, с использованием растительных ингредиентов разнообразного химического состава, позволяет расширить существующий ассортимент пищевой продукции и добиться рационального сочетания сырьевых ингредиентов.

В качестве сырья растительного происхождения изучается наполнитель, в основу которого входят овсяные хлопья, мякоть банана и мед в качестве подсластителя. За основу был выбран кисломолочный продукт – йогурт, как широко признанный продукт на основе молока.

В состав бананов входят: витамины B₁, B₂, B₅, B₉, A, PP, C, E, макро- и микроэлементы, такие как кальций, калий, натрий, магний, фосфор, медь, железо, цинк [2].

Мед содержит сахара, ферменты, витамины группы B (B₅, B₂, B₆, B₉, PP, B₄), богат различными минералами, такими как калий, кальций, фосфор, натрий, селен, фтор, цинк, железо, марганец [2].

В качестве зернового компонента выбраны овсяные хлопья, поскольку у них отмечено высокое содержание белка, в отличие от других зерновых культур. Овес выгодно отличается от других зерновых культур и тем, что его аминокислотный состав хорошо сбалансирован. Кроме того, хлопья являются источником пищевых волокон, а также витаминов (B₁, B₂, H, PP) и минералов (калий, фосфор, магний, кобальт, йод, железо, фтор и др.) [2, 3].

В начале исследований необходимо было подобрать способ обработки и момент внесения наполнителя из мякоти бананов и меда.

В ходе работы был выбран следующий способ подготовки бананового пюре: свежие бананы мыли, очищали от кожуры, затем плоды запекали при различной температуре и времени выдержки. После этого запеченные плоды измельчали в пюре. Оптимальным был выбран способ обработки при температуре 180°C в течение 15 мин. При этом режиме плоды приобретают необходимую консистенцию и вкусовые качества.

После изучения способов обработки бананов и подготовки бананового пюре, необходимо было выбрать соотношение пюре и меда в наполнителе. С этой целью было подготовлено несколько образцов с разным соотношением бананового пюре и меда.

В ходе исследований установлено, что оптимальным является соотношение: 85% бананового пюре и 15% меда, поскольку именно при этом соотношении одинаково ощущается, как банановый вкус, так и привкус меда. Кроме того, именно при этом соотношении наполнитель был достаточно сладок. При более высоком соотношении бананового пюре и меда (70:30) – продукт становится «приторным».

После определения оптимального соотношения бананового пюре и меда в наполнителе, необходимо было установить количество вносимой дозы готового наполнителя в йогурт. Для этого было приготовлено 5 образцов со следующими соотношениями йогурт–наполнитель (в расчете на 100 г) – 90:10; 80:20; 70:30; 60:40 и 50:50 (соответственно образцы 1–5).

Полученные образцы оценивали по органолептическим показателям. Данные органолептических исследований образцов, полученных путем смешения кисломолочной основы и наполнителя в определенной пропорции, представлены на рис. 1.

В результате исследования выявлено, что в большинстве случаев образцы с наполнителем получили более высокую органолептическую оценку по сравнению с контрольным образцом. Однако внесение наполнителя в кисломолочную основу в количестве более 30% снизило суммарный показатель балльной оценки по причине чрезмерной сладости образцов по сравнению с другими образцами.

Оптимальным было выбрано соотношение 70% кисломолочной основы и 30% наполнителя.

Одной из задач исследований являлось то, что в состав продукта хотелось бы внести «хрустящие» овсяные хлопья, поэтому в качестве обработки хлопьев был выбран способ глазирования фруктозой.

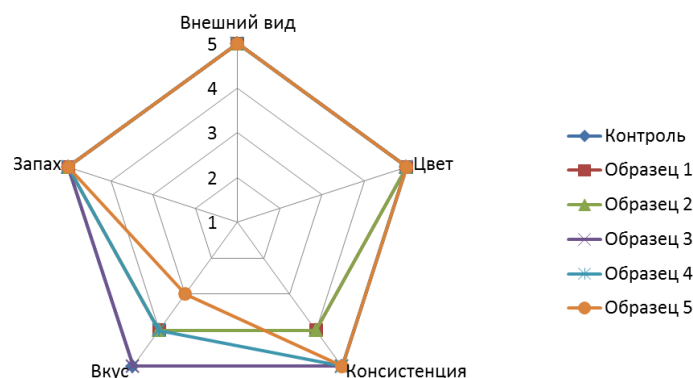


Рис. 1. Органолептическая оценка образцов продукта с банановым пюре и медом

Данный способ предполагает подготовку фруктозного сиропа, для приготовления которого дистиллированная вода и фруктоза смешиваются в соотношении 1:1. Затем хлопья заливаются приготовленным сиропом и выдерживаются в нем в течение 10 мин. По истечению выдержки излишки сиропа сливаются, а хлопья высушиваются при температуре 160°C в течение 10–12 мин. При данном способе обработки овсяных хлопьев удалось достичь необходимого вкусового эффекта «хрустящих» хлопьев.

В ходе дальнейших исследований необходимо было установить количество вносимых глазированных хлопьев в готовый продукт с наполнителем. Овсяные хлопья вносили в йогурт с наполнителем в количестве 10, 15 и 20%.

Образцы продукта с наполнителем и овсяными хлопьями оценивали по органолептическим показателям. Результаты органолептической оценки образцов представлены на рис. 2.

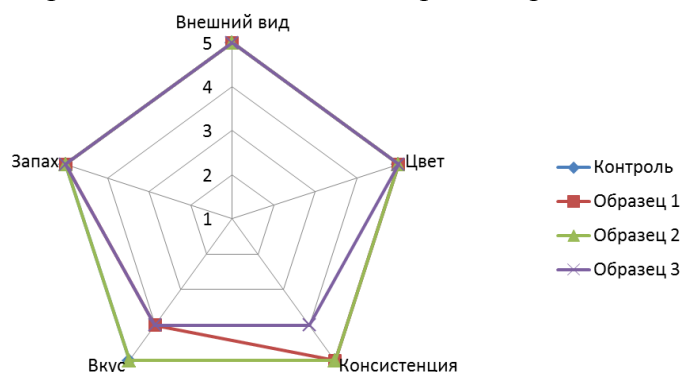


Рис. 2. Органолептическая оценка продукта с наполнителем и овсяными хлопьями

На представленной диаграмме видно, что, наилучшими органолептическими показателями обладает образец №2 с содержанием овсяных хлопьев в готовом продукте 15%. У образца №3 отмечалась чрезмерная сладость и повышенная вязкость, а в образце №1 недостаточно ощущался вкус овсяных хлопьев. Хлопья при продолжительном нахождении в продукте теряли свою хрустящую способность. В дальнейшем с целью получения хрустящих хлопьев в продукте, глазированные хлопья планируется не смешивать с продуктом, а при фасовке располагать в крышке-топпере отдельно от йогурта.

В результате приведенных исследований были отработаны способы обработки и внесения наполнителей, рассчитана рецептура нового кисломолочного продукта.

Литература

1. Тихомирова Н.А. Технология продуктов лечебно-профилактического назначения на молочной основе: учеб. пособие для вузов. – СПб.: Троицкий мост, 2010. – 447 с.
2. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 275 с.
3. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки: учеб. для студ. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368 с.



Олисова Анастасия Олеговна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, группа № Т4230

Направление подготовки: 19.04.01 – Биотехнология

e-mail: olisova163@yandex.ru



Сучкова Елена Павловна

Год рождения: 1959

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, к.т.н., доцент

e-mail: silena07@bk.ru

УДК 796

ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА ДЛЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

Олисова А.О., Сучкова Е.П.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сучкова Е.П.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615872 «Биотехнология поликомпонентных продуктов питания функционального и специального назначения».

В работе рассмотрено влияние пищевых добавок на органолептические свойства кисломолочного продукта для представителей циклических видов спорта. Использование пищевых добавок позволяет создать продукт с высокой пищевой ценностью, что особенно важно для спортсменов. Производится подбор дозы их внесения на основании органолептических показателей образцов и коррекция ингредиентов для производства напитка.

Ключевые слова: спортивное питание, циклические виды спорта, кисломолочный напиток, пектин, грейпфрутовый сок.

Спорт высоких достижений диктует свои условия для состояния организма спортсменов. В особенности такие виды как циклические, где происходит сильное истощение организма и обезвоживание. Для решения данных проблем на рынке существуют специализированные продукты питания – «спортивное питание» [1]. Данные продукты обладают высокой пищевой ценностью, но представляют собой порошки и гели. Такой вид не является традиционным и отталкивает своей «ненатуральностью».

Для решения данной проблемы одним из вариантов является обогащение традиционных продуктов питания органическими пищевыми добавками. Таким продуктом является кисломолочный напиток для представителей циклических видов спорта.

В качестве основы для напитка был выбран продукт, вырабатываемый на закваске термофильного стрептококка и болгарской палочки. Продукт, вырабатываемый на данных заквасках не только вкусный, но и позволит предупредить проблемы с желудочно-кишечным трактом у спортсменов [2, 3]. Поскольку напиток обладает высокой текучестью, его можно употреблять на ходу.

Для решения проблем с регидратацией организма в продукт был добавлен минерализующий компонент, в качестве него используется препарат «Регидрон». Он

применяется для восстановления водно-электролитного баланса при обильных тепловых и физических нагрузках, приводящих к интенсивному потоотделению и потере солей [4]. При обогащении продукта минерализующим компонентом выявлено ухудшение его вкусовых свойств, а при внесении его в пастеризованную смесь происходила коагуляция белков в процессе сквашивания.

Для решения вопроса вкуса был проведен отбор среди соковых наполнителей, таких как грейпфрутовый сок с мякотью и гранатовый сок. Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1. Отбор сока

Сок	Характеристика
Грейпфрутовый сок с мякотью	Горчинка, присущая грейпфрутовому соку позволяет сделать вкус напитка более ярким
Гранатовый сок	Мягкий вкус не вызывает заинтересованности в напитке

В качестве сокового наполнителя был выбран грейпфрутовый сок с мякотью. Обладая интересным вкусом, он позволит также обогатить продукт пектинами и витамином С. Также установили количество вносимого сокового компонента в напиток на основании перекрытия привкуса регидрона и кисломолочного вкуса. Данные представлены в табл. 2.

Таблица 2. Вкусовые показатели кисломолочного напитка

Количество вносимого сока к общей массе продукта, %	Характеристика
5	Ярко выраженный вкус регидрона
10	Ярко выраженный вкус регидрона
15	Затухание вкуса регидрона
20	Слабый привкус регидрона
25	Привкус регидрона отсутствует
30	Вкус сока затмевает кисломолочный

Оптимальным количеством вносимого сока было выбрано 25%. При данном количестве сока, продукт не только улучшил свои вкусовые качества, но и приобрел красивый персиковый цвет с вкраплениями мякоти грейпфрута.

Однако минерализующий компонент и сок повлияли на однородность напитка. Для решения данной проблемы производился подбор стабилизатора. Главным критерием для отработки дозы внесения было использование минимального количества стабилизатора, чтобы не допустить его влияние на текучесть продукта, но позволить поддерживать однородность напитка. На основании литературных данных решено использовать пектин на основе яблок. Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3. Отработка дозы внесения стабилизатора

Количество вносимого пектина к общей массе продукта, %	Характеристика
0,1	Недостаточное количество, через сутки наблюдалось расслоение
0,2	Оптимальное количество, не отмечено влияние на консистенцию и вкус
0,3	Вкус пектина перебивает вкус сока
0,4	Сильно выраженный запах пектина, густая консистенция
0,5	Сильно выраженный запах пектина, сметанная консистенция

При использовании стабилизатора в количестве 0,2% не было отмечено расслоение продукта. Данное количество стабилизатора не повлияло на вкус и консистенцию продукта.

Созданный кисломолочный напиток имеет приятный грейпфрутовый привкус и красивый персиковый цвет. Он не только удовлетворяет пищевым потребностям спортсменов, но и благодаря своему питьевому составу предоставляет возможность для употребления на ходу.

Литература

1. Борисова О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации: учеб.-метод. пособие. – М.: Советский спорт, 2007. – 132 с.
2. Горбатова К.К., Гунькова П.И. Биохимия молока и молочных продуктов. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 336 с.
3. Роль молока в спортивном питании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://goodforma.ru/index.php/pravilnoe-pitanie/81-rol-moloka-v-sportivnom-pitanii.htm>, своб.
4. Ершова И.Б., Мочалова А.А., Черноусова С.Н., Хатнюк В.А., Коломина Т.Б. Актуальность пероральной регидратации как естественного метода восполнения водно-солевого баланса организма // Здоровье ребенка. – 2012. – № 8. – С. 43.



Пак Виолетта Игоревна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, аспирант

Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии

e-mail: waveball@mail.ru



Доржиева Надежда Владимировна

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, группа № Т4130

Направление подготовки: 19.04.01 – Биотехнология

e-mail: dorjieva.nadezh@yandex.ru



Сучкова Елена Павловна

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, к.т.н., доцент

e-mail: silena07@bk.ru

УДК 637.07

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ СО ЗЛАКОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Пак В.И., Доржиева Н.В., Сучкова Е.П.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сучкова Е.П.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615872 «Биотехнология поликомпонентных продуктов питания функционального и специального назначения».

В последнее время актуальным направлением является разработка кисломолочных продуктов с растительными наполнителями. В работе представлены результаты исследований, направленные на совершенствование технологии кисломолочного напитка со злаковыми культурами с целью улучшения консистенции напитка. Опытным путем были подобраны режимы механической обработки, которые обеспечивают стабильную структуру напитка.

Ключевые слова: молочная сыворотка, злаковые культуры, диспергирование, стабилизатор, консистенция.

Был исследован кисломолочный напиток на основе творожной сыворотки с добавлением злаковых культур в виде обжаренной муки. В молочную сыворотку переходит до 50% сухих веществ молока, в том числе сывороточные белки. В качестве основы напитка была выбрана творожная сыворотка, так как она содержит больше минеральных солей и имеет более кислый вкус, чем подсырная, о чем свидетельствует показатель титруемой кислотности (55–65°Т). Вследствие этого, напиток будет иметь более выраженный кисломолочный вкус. Кроме того, в Северо-Западном регионе в основном вырабатывается творожная продукция, и творожная сыворотка является наиболее доступным сырьем. Для пищеварения, кроветворения, деятельности сердечной и нервной систем полезны злаки. Пшеница и ячмень богаты питательными веществами, которые участвуют практически во всех процессах организма от роста костей до выработки ферментов. Были выработаны образцы напитка на основе творожной сыворотки и с внесением пшеничной и ячменной муки. При оценке органолептических показателей напитка был выбран наполнитель из ячменя, так как запах и вкус были более выраженными и приятными, чем напиток с добавлением пшеницы [1–3].

Внесение злакового наполнителя в виде муки улучшало консистенцию продукта, однако наблюдался осадок. Для повышения однородности консистенции вносился стабилизатор – ксантановая камедь. Были выработаны образцы напитка с ячменной мукой (11,6 г) и различной дозой внесения стабилизатора – от 0,5 г до 1,1 г с шагом 0,1 г. В результате исследований выявлено, что при добавлении ксантановой камеди в количестве более 1 г наблюдалась устойчивая структура, но ухудшение вкуса напитка: наличие горечи, утрата кисломолочного вкуса. При снижении дозы вносимого стабилизатора от 1,0 г до 0,7 г не наблюдалось улучшение вкуса. При внесении стабилизатора в количестве 0,6 г вкус соответствовал кисломолочному, но не удалось получить стабильную структуру, поэтому потребовалось дополнительно применить механическую обработку смеси для улучшения консистенции. Механическую обработку осуществляли на диспергаторе Ultra-Turrax T 25 с применением двух основных режимов 6500 об/мин и 9500 об/мин.

Для отработки режимов диспергирования были выработаны три образца напитка с дозой внесения стабилизатора 0,6 г и с различными наполнителями из злаков:

- образец 1 – творожная сыворотка, пшеничная мука, сахар, стабилизатор, закваска;
- образец 2 – творожная сыворотка, ячменная мука, сахар, стабилизатор, закваска;
- образец 3 – творожная сыворотка, КАМА (смесь обжаренных зерен ржи, овса, ячменя, гороха и бобов в равных долях), сахар, стабилизатор, закваска.

Все образцы до механической обработки имели неоднородную структуру. Влияние механической обработки на консистенцию и структуру напитка изучалось при различной скорости вращения и продолжительности диспергирования. Каждый из образцов был подвергнут следующим режимам механической обработки: в течение одной и двух минут на первой скорости (6500 об/мин) и диспергирование в течение одной и двух минут на второй скорости (9500 об/мин).

В результате исследований обнаружено, что для получения стабильной однородной консистенции недостаточно механической обработки на первой скорости в течение одной и двух минут, так как наблюдалось незначительное наличие комков.

Также при обработке на второй скорости в течение одной минуты был обнаружен небольшой осадок на дне. При диспергировании в течение двух минут на второй скорости продукт приобретал однородную консистенцию, сохраняя стабильное состояние в течение 24 ч.

Результаты исследования при диспергировании в течение двух минут на второй скорости приведены в таблице.

Таблица. Результаты исследования при диспергировании в течение двух минут на второй скорости

<i>D</i> , об/мин	V2 (9500 об/мин)	V2 (9500 об/мин)	V2 (9500 об/мин)
время <i>D</i> , мин	2		
Состав	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Время истечения, с			
через 1 ч	21,50	19,00	18,50
через 2 ч	21,80	19,50	19,35
через 3 ч	21,70	19,40	19,40
через 5 ч	21,75	19,50	19,40
через сутки	21,69	19,45	19,38

Из таблицы видно, что время истечения продукта практически не меняется, что говорит о стабильности системы. Таким образом, для достижения требуемой однородной консистенции рекомендуется обработка на втором режиме, при скорости вращения 9500 об/мин, в течение двух минут.

Исследования показали также, что смешивание стабилизатора с мукой на этапе подготовки сухих смесей дает более однородную консистенцию в дальнейшем, чем при внесении стабилизатора в сыровотку или его добавление после диспергирования. В этом случае наблюдались слипшиеся комочки и неоднородная структура.

Обобщая данные по изучению влияния технологических параметров на свойства вырабатываемого продукта, следует отметить, что диспергирование является важным процессом технологии напитка и от режима выполнения зависит качество готового продукта – его структура и консистенция.

Литература

1. Попова М.А., Ребезов М.Б., Ахмедьярова Р.А., Косолапова А.С., Паульс Е.А. Перспективные направления производства кисломолочных продуктов, в частности йогуртов // Молодой ученый. – 2014. – № 9(68). – С. 196–199.
2. Терещук Л.В., Савельев И.Д. Обоснование технологических параметров производства сливочно-растительных спредов с использованием дезодорированного рапсового масла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/obosnovanie-tehnologicheskikh-parametrov-proizvodstva-slivочно-rastitelnyh-spredov-s-ispolzovaniem-dezodorirovannogo-rapso-vogo-svob>.
3. Функциональные продукты питания – новое направление пищевых технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.innosfera.org/node/467>, своб.

**Пальчиков Анатолий Николаевич**

Год рождения: 1951

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, к.воен.н., доцент
e-mail: palchikov_anatoliy@mail.ru**Будилова Анастасия Владимировна**

Год рождения: 1989

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, группа № Т4137
Направление подготовки: 15.04.02 – Технологические машины
и оборудование
e-mail: slastika33@yandex.ru

УДК 66-963; 66.06

**АНАЛИЗ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ****Пальчиков А.Н., Будилова А.В.****Научный руководитель – к.воен.н., доцент Пальчиков А.Н.**

В работе рассматривается дезинфекция предприятий пищевой промышленности и оборудования. Дан краткий анализ применяющихся дезинфицирующих средств. Перечислены их отрицательные и положительные свойства. На основе анализа дезинфицирующих средств предложен наиболее эффективный и безопасный метод дезинфекции с применением гипохлорита натрия.

Ключевые слова: дезинфицирующие средства, дезинфекция, гигиена, экологическая безопасность, получение гипохлорита натрия.

Гигиена является одним из важнейших факторов, характеризующих пищевое предприятие.

Гигиена производства – залог качества продукции, а значит постоянство потребителей продукции.

Дезинфекция проводится с целью обеззараживания различных объектов от вредоносных и болезнетворных бактерий. В пищевой промышленности дезинфекции уделяется большое внимание, потому что это связано прежде всего с заражением продуктов питания и как следствие заболевания и отравления людей. На пищевом предприятии необходимо проводить целый цикл работ по дезинфекции. Это обеззараживание технологического оборудования, машин по переработке и обработке пищевого сырья, обработка помещений, спецодежды, транспорта по доставке и подвозу как растительного так и животного пищевого сырья. Необходимо обеззараживать и сточные канализационные воды, так как попадая в водоемы и просачиваясь в почву они приносят большой вред природной среде [1].

Дезинфекционные работы проводят специально подготовленные работники с применением специальных дезинфицирующих средств и соответствующими санитарными приборами. Для более качественного обеззараживания проводят систематические тотальные уборки всего предприятия и прилегающей к нему

территории. Проводит их рабочий персонал предприятия с привлечением сотрудников или организаций дезинфекционного профиля.

Дезинфекция на пищевых предприятиях – важное ветеринарное и санитарно-гигиеническое мероприятие. Ее задача – ликвидировать и не допустить распространения инфекций как внутри предприятий, так и за их пределы. Сложность состоит в необходимости критичного подхода к выбору средств. Они должны:

- надежно обеззараживать;
- не придавать продуктам постороннего запаха;
- иметь возможность использования без остановки производства.

Систематическая дезинфекция оборудования на пищевом предприятии – обязательное условие безопасной работы цехов и предприятия в целом.

Она включает обеззараживание производственных емкостей, резервуаров, разделочного и упаковочного оборудования, емкостей для хранения и транспортировки продуктов.

Обработке подлежат все объекты, с которыми соприкасаются животные и продукты, получаемые в результате их убоя. Дезинфекция на предприятиях мясной промышленности носит систематический характер.

Вынужденная дезинфекция проводится при выявлении источника заражения на производстве. Обычно это больные животные или их туши.

Используется широкий спектр средств для обработки оборудования, помещений, транспорта. Это хлорная известь, хлораминовый натрий или калий, кальцинированная сода, медный купорос, кислоты и формальдегиды.

Если дезинфекция на мясоперерабатывающих предприятиях проводится с использованием более агрессивных средств для обработки, то для молочной посуды и инвентаря нужны средства не влияющие на вкус и запах готового продукта. Молоко чутко реагирует на посторонние вещества.

Качество молочной продукции напрямую зависит от того, насколько грамотно организована дезинфекция на предприятиях молочной промышленности.

Особое внимание следует уделить цистернам для хранения сырья, сепараторам и другому металлическому оборудованию. Хорошие результаты показывает дезинфекция паром. Для этого используют мощные парогенераторы, которые удаляют остатки молока и болезнетворные бактерии.

Санитарно-эпидемиологическая служба проводит комплексную дезинфекцию предприятий. По окончании работ заказчик получает полный пакет документов.

Выбор дезинфицирующего средства определяется соответствующими специалистами и зависит от состояния обеззараживаемого объекта, оборудования, от вида микроорганизмов и бактерий. После того как выбрано соответствующее дезинфицирующее средство определяется время и способ обеззараживания. Это может быть протирание, обрызгивание, обмывание и т.п.

По окончании дезинфекции составляется акт, в котором указывают:

- цель дезинфекции;
- название дезинфицирующего средства и его концентрацию;
- данные об объекте дезинфекции;
- эффективность проведенных работ.

В практике соблюдения мер гигиены на предприятиях пищевой промышленности широкое распространение получила дезинфекция, основанная на использовании хлора, который применяется для обеззараживания воды, санитарной обработки цехов по производству и переработке пищевого сырья, помещений общественного питания, водопроводных сетей, специального транспорта.

Но продолжительный опыт использования хлора позволил выявить многие недостатки этого средства. Такие как:

1. особые правила его хранения;
2. специальные требования при перевозке;
3. высокий риск возникновения ЧС в случае утечки и аварии транспорта с хлором;
4. способность взаимодействовать с другими химическими веществами с образованием хлорсодержащих продуктов;
5. способность к накоплению в живых организмах;
6. трудность выведения соединения хлора из человеческого организма.

Исходя из вышеизложенных проблем, появилась необходимость внедрения новых методов дезинфекции.

Наиболее перспективным методом дезинфекции на пищевых предприятиях, на наш взгляд) является обработка растворами гипохлорита натрия.

Гипохлорит натрия NaOCl , по своей активности и действию фактически равноценен хлору [2]. Его применение на пищевых предприятиях практически снимает все опасные и вредные свойства, присущие использованию газообразного и жидкого хлора – сильнодействующего ядовитого вещества.

Неоспоримым преимуществом гипохлорита натрия является [3]:

1. возможность производства его непосредственно на месте использования путем электролиза простого, недорогого и доступного сырья – раствора хлорида натрия (поваренной соли);
2. экологическая безопасность окружающей среде при производстве;
3. отказ и независимость от поставок обеззараживающих веществ;
4. отсутствие специального места хранения опасного вещества как хлор;
5. денежные затраты примерно в 1,5 раза меньше чем при использовании жидкого хлора.

Таким образом, среди всевозможных дезинфицирующих средств, используемых в пищевой промышленности, гипохлорит натрия наименее опасный и более практичный для этих целей и наиболее дешевый. Он показал высокую эффективность в отношении почти всех микроорганизмов, спор и бактерий. Вследствие этого гипохлорит натрия выгодно применять на предприятиях пищевой промышленности для дезинфекции; технологического оборудования, цехов по производству и переработке пищевого сырья; санитарной уборки хозяйственно-бытовых помещений; для дезинфекции различных емкостей, ферм для содержания скота.

Гипохлорит натрия можно использовать и в сельском хозяйстве в частности при применении для обработки зерна.

И самое важное, гипохлорит натрия можно получать непосредственно на пищевых предприятиях применяя электрофизические способы, пропуская электрический заряд через водный раствор поваренной соли.

Такая установка имеется на кафедре «Процессов и аппаратов пищевых производств» и мы планируем провести исследования и эксперимент по получению гипохлорита натрия при помощи этой установки и затем, дать предложения и рекомендации по внедрению таких установок и получения гипохлорита натрия непосредственно на пищевых предприятиях.

Литература

1. Онурьев Е.Р. Особенности водоподготовки на производстве. – М.: Высшая школа, 1985. – 302 с.
2. Гипохлорит натрия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: wwtec.ru, своб.
3. Петрова Л. Натрий гипохлорит: формула, применение. Обеззараживание воды гипохлоритом натрия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.syl.ru/article/189281/new_natriy-gipohlorit-formula-primenenie-obezzarajivanie-vodyi-gipohloritom-natriya, своб.



Пальчиков Анатолий Николаевич

Год рождения: 1951

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, к.воен.н., доцент
e-mail: palchikov_anatoliy@mail.ru



Нестеренко Иван Геннадьевич

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, группа № Т4137
Направление подготовки: 15.04.02 – Технологические машины
и оборудование
e-mail: nester93iv@gmail.com

УДК 66-963; 66.06

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Пальчиков А.Н., Нестеренко И.Г.

Научный руководитель – к.воен.н., доцент Пальчиков А.Н.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Разработка инновационного процесса выпечки бараночных изделий в печах с применением ультразвука».

В работе рассмотрен способ выпечки хлебобулочных изделий в поле ультразвука, за счет чего достигается интенсификация процесса выпечки, повышается качество и снижается потеря массы на упек. Данный эффект достигается за счет турбулизации слоя воздуха у поверхности изделия, что приводит к более интенсивному теплообмену с воздухом пекарной камеры.

Ключевые слова: ультразвук, хлебобулочные изделия, интенсификация процесса выпечки, тепломассообмен в ультразвуковом поле, коэффициент теплоотдачи.

Ультразвук в последние годы стал играть в научных исследованиях все большую роль. Известна высокая адаптивность и эффективность ультразвука к существующим технологиям, позволяющая применять их комплексно. В работе рассмотрен способ интенсификации теплообмена в хлебопекарных печах как альтернатива существующим способам выпечки. Традиционные способы выпечки энергоемки и ведут к значительному усложнению конструкции хлебопекарных печей, а также способствуют потерям массы хлеба на упек и снижению качества корки из-за повышенной скорости обдува изделия. В то же время ультразвуковые генераторы при малой затрачиваемой мощности интенсифицируют процесс выпечки, увеличивают производительность и способствуют более равномерному выпеканию изделия. Данный эффект достигается за счет разрушения пограничной пленки воздуха у изделия, в результате чего коэффициент теплоотдачи увеличивается в 1,6–2,1 раза. При этом скорость выпечки увеличивается на 25–30% [1, 2]. Так как существующие способы выпечки требуют дальнейшего совершенствования, предлагается исследовать способ выпечки в пароконвектоматах с наложением ультразвука.

При использовании данного метода ультразвуковой излучатель рекомендуется закреплять в дверце пекарной камеры в среднем положении по ее высоте. Генератор ультразвукового аппарата и сам пароконвектомат управляются по заданной программе.

Устройство для выпечки хлебобулочных изделий (рисунок) работает следующим образом: изделия, предназначенные для запекания, помещают на сетчатый под камеры пароконвектомата. Запускают программу обработки данного вида изделия. При этом автоматически устанавливается заданная температура обработки и необходимая влажность, включается ультразвуковой излучатель. По достижении в центре изделия температуры готовности, оборудование отключается.

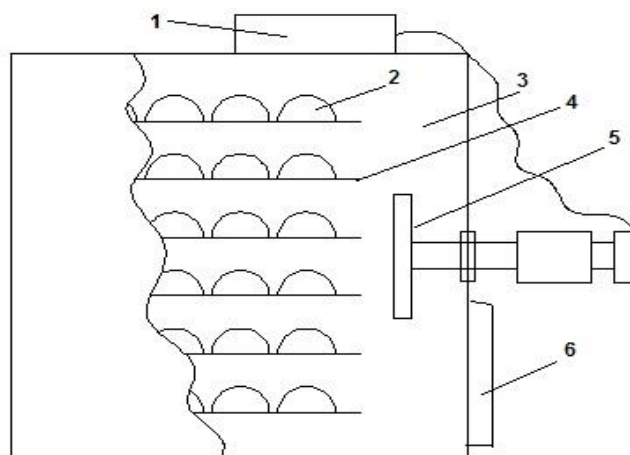


Рисунок. Схема размещения ультразвукового излучателя в камере пароконвектомата:
1 – генератор ультразвука; 2 – запекаемые изделия; 3 – камера обработки; 4 – сетчатый под;
5 – ультразвуковой излучатель; 6 – блок управления

Механизм воздействия ультразвука на процесс выпекания связан с интенсификацией теплообмена в результате появления акустических течений, появление которых связано с поглощением энергии в среде пекарной камеры и в пограничном слое у поверхности изделий. При этом в пекарной камере происходит изменение температурных и концентрационных полей под воздействием ультразвукового поля. Преимущество акустических потоков состоит в малой толщине их ламинарного пограничного слоя, что позволяет уменьшить толщину температурного слоя. Это приводит к увеличению градиентов температуры, что увеличивает скорость переноса тепла.

$$\delta = \nu / \pi f, \quad (1)$$

где δ – толщина пограничного слоя; ν – коэффициент кинематической вязкости, $\text{м}^2/\text{с}$; f – частота колебаний, Гц.

Из формулы (1) видно, что существует возможность уменьшения толщины пограничного слоя путем увеличения частоты колебаний ультразвука.

В ходе теоретических исследований выяснилось, что возмущения в воздухе пекарной камеры, созданные ультразвуковым генератором, интенсифицируют теплообмен путем турбулизации пограничного слоя. При этом пограничный слой совершает автоколебания, т.е. у поверхности изделия периодически возникает вакуум, что способствует подосу новых порций теплоносителя – воздуха. Ультразвук снижает сопротивление теплопереносу за счет своего мелкомасштабного диффузионного характера. Мякиш хлеба также подвергается автоколебаниям на глубину от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, вследствие периодического изменения местного давления. При этом тесто выпекается быстрее и равномернее, растут показатели производительности и качества продукции.

Литература

1. Антуфьев В.Т., Иванова М.А. Патент на полезную модель № 158128. Устройство для производства хлебобулочных изделий в пароконвектомате. – 12.01.2015.
2. Антуфьев В.Т., Иванова М.А. Воздействие ультразвука на выпечку мелкоштучных хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. – 2011. – № 5. – С. 50–51.



Пальчиков Анатолий Николаевич

Год рождения: 1951

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, к.воен.н., доцент

e-mail: palchikov_anatoliy@mail.ru



Трофимова Анна Александровна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, группа № Т4135

Направление подготовки: 15.04.02 – Технологические машины и оборудование

e-mail: anya.trofimova.94@list.ru

УДК 66-963; 66.06

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА ДЛЯ МАССИРОВАНИЯ МЯСА

Пальчиков А.Н., Трофимова А.А.

Научный руководитель – к.воен.н., доцент Пальчиков А.Н.

В работе рассмотрены электрогидравлические технологии и их возможное применение в пищевой промышленности, одним из способов применения этих технологий является массирование мяса. Эта технология используется для разрушения коллагеновых волокон, оболочки клетки, а при необходимости – хрящей и других прочных частей мяса.

Ключевые слова: электрогидравлический удар, электрогидравлические технологии, электровзрыв, мясо, массирование.

В настоящее время во всем мире растет большой интерес к электрогидравлическим технологиям, которые находят применение во многих областях народного хозяйства. Электрогидравлический процесс нашел применение в сельском хозяйстве, в переработке железобетонных изделий, также применяется при строительстве зданий и создании фундаментов [1].

Как известно, в основе электрогидравлических технологий лежит эффект Юткина. Электрогидроударный эффект заключается в преобразовании энергии электрической в механическую энергию за счет сильного электрического разряда, возбужденного в воде.

Для того чтобы получить данный разряд необходимо абсолютное значение токов до 250 кА, мощностью до 100 МВт, а также энергией 106 Дж [2].

На рис.1 показан электрогидравлический процесс и график изменения давления. В электрогидроударном процессе можно выделить три стадии развития: формирование токопроводящего канала; выделение в канале разряда энергии накопителя; восстановление свойств среды.

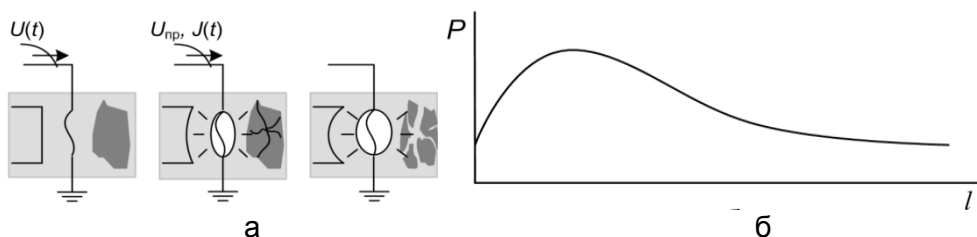


Рис. 1. Электрогидравлический процесс (а); зависимость изменения давления (б)

В настоящее время проводятся исследования для внедрения в пищевую промышленность технологий высоких давлений, получаемых, к примеру, электровзрывным способом, позволяющих повысить вкусовые свойства рыбы и мяса. Так, ударные волны, возникающие от электрических разрядов в соке мяса, рыбы создают сетчатые структуры. Этот способ стерилизует и ускоряет созревание продукта, делает его более нежным и вкусным, снижает затраты на электроэнергию [3]. В мясной промышленности довольно большая часть мясного сырья имеет высокую жесткость соединительной ткани. Переработка данного мяса несет с собой ряд трудностей различного характера, таких как: торгово-сбытового, технологического. Но в то же время доказано многими исследованиями перспективность использования мясных соединительно-тканых волокон в пищевых рационах людей, нуждающихся в диетическом питании, что определяет необходимость механической обработки низкосортного сырья, с целью повышения его качества и расширению ассортимента в потреблении населения.

Трудности при переработке такого мясного сырья связаны с предельной жесткостью мяса на стадии приготовления и неравномерностью размягчения мышечных волокон, что вызывает трудности в реализации готовых мясных изделий [4].

Кафедрой ПиАПП Университета ИТМО разрабатывается новая технология приготовления мясных полуфабрикатов, которой предусматривается для массирования мяса использовать эффект Юткина. В основе электрогидравлического эффекта используется способность искры, возникающей в толще мяса, разрушать коллагеновые волокна, оболочки клетки, а также хрящи и другие прочные части мяса. После обработки мяса полуфабрикаты могут приготавливаться из большей части туши животных, имея хорошие органолептические качества и повышенный объем готовых изделий.

Равномерность обработки и процентное соотношение получаемых порционных полуфабрикатов с помощью электрогидравлических установок может увеличиться до 1,6 раза. На рис. 2 показаны принципиальные схемы таких установок.

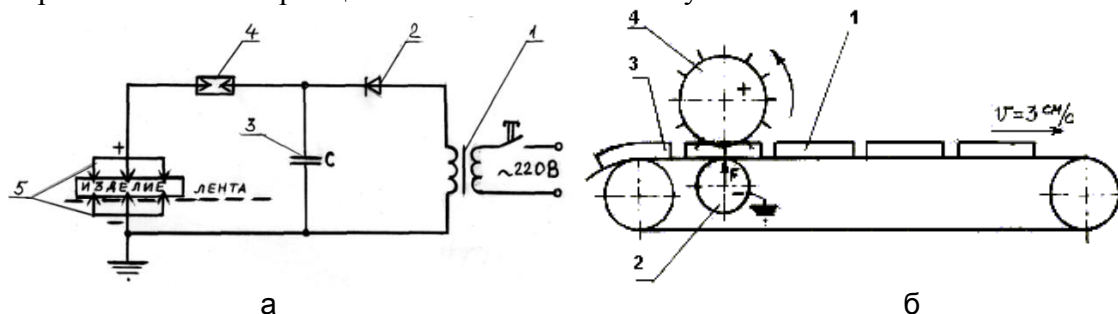


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема устройства для отбивания мяса:

- 1 – трансформатор; 2 – выпрямительный мост; 3 – конденсатор; 4 – разрядник; 5 – головка с электродами (а); схема производства порционных полуфабрикатов: 1 – разрыхленный порционный полуфабрикат; 2 – ролик с отрицательным электродом; 3 – мясное изделие; 4 – ротор с электродами (б)

В результате предложенная технология по повышению качества мясного сырья и мясных полуфабрикатов является перспективной и может применяться на пищевых предприятиях, а также в кафе и ресторанах. Процесс обработки непрерывный, легко автоматизируется [5].

Преимущество обработки продуктов с использованием электрогидравлического эффекта способствует и отмиранию вегетативных форм бактерий. В результате полученные мясные и рыбные полуфабрикаты имеют низкую бактериальную обсемененность и повышенную усвояемость.

Литература

1. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. – Л.: Машиностроение, 1986. – 253 с.

2. Гулый Г.А. Научные основы разрядно-импульсных технологий. – Киев.: Наукова думка, 1990. – 208 с.
3. Малюшевский П.П. Основы разрядно-импульсной технологии. – Киев: Наукова думка, 1983. – 272 с.
4. Бохан В.Н., Калинин Ю.Ф., Ершов А.М., Мартышевский В.И., Глазунов Е.А. Проектирование процессов и аппаратов рыбообрабатывающих производств: учебное пособие / Под ред. В.Н. Бохана. – Мурманск, 1992. – 221 с.
5. Ефремова Т.А., Власов В.В., Власов А.В. Экспериментальное исследование электрогидравлического преобразователя при изготовлении эмульсий // СТИН. – 2006. – № 11. – С. 26–29.



Пашкова Анастасия Николаевна

Год рождения: 1992

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра инженерного проектирования, группа № W4127

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: lp.30stm@mail.ru



Папченко Святослав Владиславович

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра инженерного проектирования, группа № W4127

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: svyatoslav.papchenko@mail.ru

УДК 621.515.4

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВИНТОВЫХ НАСОС-КОМПРЕССОРОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Пашкова А.Н., Папченко С.В.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Пронин В.А.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615874 «Оптимизация тепломассообменных процессов и проектных решений в системах жизнеобеспечения».

В работе рассмотрены методы использования и переработки попутного нефтяного газа, в частности, с помощью винтового насос-компрессора, выполненного по шевронной схеме, обозначены перспективы его применения, достоинства и особенности.

Ключевые слова: насос-компрессор, попутный нефтяной газ, шевронная схема, сжигание ПНГ, разгрузочная камера.

В настоящее время в России разрабатывается более 1200 нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений. Вместе с нефтью добывается также попутный нефтяной газ (ПНГ), как правило, растворенный в нефти. Промышленная инфраструктура российских нефтяных компаний ориентирована в первую очередь на добычу нефти. По этой причине газ, выделившийся в результате подготовки товарной нефти, на большинстве нефтегазодобывающих предприятий сжигается в факелах. Наиболее активно проблему сжигания ПНГ начали обсуждать только после выхода Постановления Правительства РФ № 7

от 08 января 2009 г. «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках».

За актуальностью проблемы утилизации ПНГ стоят как социальные, так и экономические причины: с одной стороны, сжигание ПНГ в факелах дает около 1% всех мировых выбросов парникового углекислого газа, с другой стороны – это безвозвратные потери ценных невозобновляемых ресурсов. При этом нефтяные компании не только теряют возможную прибыль, но и платят многомиллионные штрафы за загрязнение окружающей среды. Немало месторождений, отдаленность которых от объектов переработки газа и транспортной инфраструктуры делает практически невозможным использование традиционных методов утилизации ПНГ. В условиях мелких и низко продуктивных месторождений необходимо компримировать газонефтяную смесь с высокими рабочими параметрами. Повышенный напор в трубопроводах необходим для подачи смеси на значительные расстояния до сборных пунктов.

Успешному использованию в экономике попутного нефтяного газа мешают еще два фактора. Во-первых, это нестабильность его состава и наличие большого количества примесей, а во-вторых, необходимость существенных затрат на его «осушку». Совершенно очевидно, что добываемый с нефтью попутный газ гораздо рентабельнее перерабатывать непосредственно на месторождении, поскольку, как говорилось ранее, большинство месторождений не имеют достаточной инфраструктуры. Существует несколько рациональных способов использования ПНГ:

1. закачка ПНГ в пласт. Практика показывает, что при таком способе дополнительная добыча с каждого участка составляет 5–10 тыс. т в год;
2. фракционная переработка ПНГ. Внедрение данной технологии позволяет достигать повышения рентабельности и эффективности производства. Товарными продуктами, получаемыми в результате переработки углеводородного сырья, являются: газовый бензин, стабильный конденсат, пропан-бутановая фракция, ароматические углеводороды и многое другое;
3. использование ПНГ при эксплуатации малых энергетических объектов. Эффективность ПНГ в таком случае может достигать 80% и выше. Нефтегазовые компании строят газотурбинные электростанции на своих отдаленных месторождениях, что позволяет вырабатывать более миллиарда киловатт-часов электроэнергии в год;
4. химическая переработка ПНГ в топливо (технология «Gas to liquids»). Во всем мире данная технология развивается стремительными темпами. К сожалению, ее внедрение в России существенно осложняется. Дело в том, что подобный метод рентабелен только в жарких либо умеренных широтах, а у нас добыча газа и нефти осуществляется в основном в северных регионах, в частности, в Якутии [1].

Очевидно, что использование ПНГ невозможно без внедрения современных технологий и эффективного оборудования [2, 3]. Перечисленные выше задачи могут быть решены с помощью машины нового класса – винтового насос-компрессора, его конструкция изображена на рисунке.

С целью разгрузки подшипниковых узлов от действия радиальных сил было предложено специальное устройство, получившее название разгрузочная камера.

Принцип работы разгрузочной камеры следующий: цилиндрические участки роторов 3 и 4 помещены в разгрузочную камеру 5, разделенную при помощи радиальных уплотнительных перегородок 6 на полости Б, В и Г, соединенные соответственно с нагнетательным и всасывающим патрубками насос-компрессора. Таким образом, полости разгрузочной камеры находятся под различным давлением, и на цилиндрические участки роторов действуют радиальные силы, равные по величине и противоположные по направлению опорным реакциям подшипниковых узлов винтового насос-компрессора. При изменении рабочих параметров машины будут изменяться величины опорных реакций подшипников и соответственно разгружающие силы. В целях повышения эффективности работы разгрузочной камеры ее разделительные элементы снабжены уплотнительными устройствами, в частности, продольными уплотнителями.

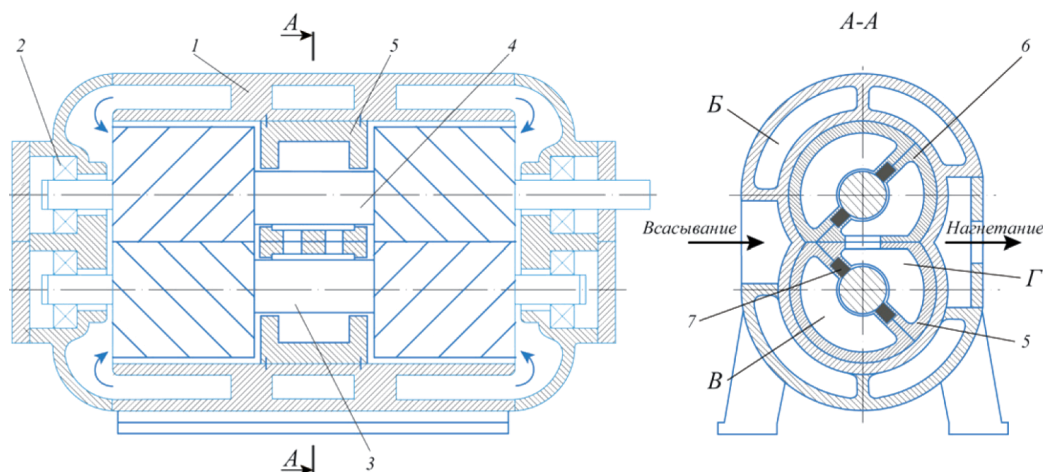


Рисунок. Конструктивная схема винтового насос-компрессора, выполненного по шевронной схеме: 1 – корпус; 2 – подшипник; 3, 4 – роторы; 5 – разгрузочная камера; 6 – разделительные элементы; 7 – продольные уплотнения

Отличительной особенностью шевронной схемы от общепринятой является компенсирование осевых сил, возникающих в процессе компримирования рабочей среды, и полная разгрузка подшипниковых узлов от упорных реакций, что, соответственно, повышает надежность и долговечность машины в целом. Стоит также отметить, что винтовые машины с саморазгружающимися опорными узлами способны надежно работать при высоком процентном содержании жидкой фазы в компримируемой смеси, а также при таких перепадах давлений, которые недоступны для одноступенчатых винтовых компрессоров, выполненных по классической схеме (для примера, испытания винтового насос-компрессора проводились при перепаде давлений 2,5 МПа) [4].

По результатам испытаний величина протечек разгрузочной камеры не превышала 1% производительности насос-компрессора, а расчетная мощность механических потерь составила всего 8,8 кВт, что в 2 раза меньше, чем в винтовом насос-компрессоре, выполненном по общепринятой схеме [5].

Винтовой насос-компрессор справляется с задачей транспортирования газонефтяной смеси на участке от скважины до центрального сборного пункта в едином трубопроводе без разделения ее на фракции. Так как смесь подается на значительные расстояния повышенным напором в трубопроводе, винтовой насос-компрессор имеет систему клапанов по длине винтов, которая защищает насос-компрессор от гидравлических ударов.

Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод, что винтовые насос-компрессоры являются перспективными машинами, и могут быть успешно использованы в нефтегазовой отрасли для решения ряда технологических задач.

Литература

1. Санчез А.А., Кемалов Р.А. Разработка мобильной системы утилизации попутного нефтяного газа на кусту скважин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://econf.rae.ru/pdf/2016/02/5211.pdf>, своб.
2. Коннова Г.В. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 128 с.
3. Новоселов В.Ф., Коршак А.А. Трубопроводный транспорт нефти и газа. Перекачка вязких и застывающих нефтей. Специальные методы перекачки. – Уфа: Изд. Уфимск. нефт. ин-та, 1988. – 108 с.
4. Пронин В.А. Исследование винтового компрессора с саморазгружающимися опорными узлами. Дис. ... канд. техн. наук. – Л., 1978. – 238 с.

5. Пронин В.А., Цыганков А.В., Миникаев А.Ф. Особенности проектирования винтовых насос-компрессоров и перспективы их применения в нефтегазовой отрасли // Компрессорная техника и пневматика. – 2016. – № 3. – С. 7–10.



Петров Евгений Тимофеевич

Год рождения: 1945

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, к.т.н., ст.н.с.

e-mail: Petrov_ET@refropkb.ru



Паршин Валентин

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, группа № W4100

Направление подготовки: 23.04.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

e-mail: valjok.kid@yandex.ru

УДК 621.56/.59

**РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ
ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ**

Петров Е.Т., Паршин В.

Научный руководитель – к.т.н., ст.н.с. Петров Е.Т.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615876 «Повышение энергетической эффективности и экологической безопасности систем хладоснабжения и кондиционирования».

Приведены результаты работы по формированию информационно-измерительной системы экспериментальных стендов для исследования процессов и оборудования систем холодоснабжения. Информационно-измерительная система разработана с целью повышения уровня автоматизации обработки результатов испытаний холодильного оборудования, входящего в состав опытно-промышленного комплекса.

Ключевые слова: информация, холодоснабжение, стенд, эксперимент, исследование, проект, вода, энергия, эффективность, оборудование, процессы.

Интенсивное развитие систем холодоснабжения на предприятиях пищевой, нефтехимической, газоперерабатывающей и других отраслей промышленности с использованием различных схем холодоснабжения, новейшего оборудования, средств управления и диспетчеризации требует от выпускников кафедры ХТиВЭ Университета ИТМО высокого уровня профессиональной подготовки. Качество работ в процессе эксплуатации новейшего холодильного и компрессорного оборудования, долговечность и надежность систем холодоснабжения напрямую зависит от квалификации специалистов. Вопросам обучения, повышения квалификации и аттестации специалистов-холодильщиков в настоящее время уделяется недостаточное внимание, особенно это касается специалистов по эксплуатации систем холодоснабжения различного исполнения крупных промышленных предприятий. В

связи с приватизацией предприятий, практически полной ликвидацией предприятий холодильного машиностроения, отраслевых НИИ, ПКБ и лабораторий крайне затруднительными оказались вопросы проведения машиностроительных, эксплуатационных и преддипломных практик, что требует ускоренного решения проблемы.

Одним из методов решения задачи является создание опытно-промышленных комплексов [1] непосредственно на кафедре ХТиВЭ Университета ИТМО. При этом подготовка будущих специалистов должна быть ориентирована на самые современные и перспективные технологии с учетом тенденций дальнейшего развития холодильной техники. Только опираясь на самую современную холодильную технику и высококвалифицированных специалистов можно преодолеть то отставание, которое накапливается как по вине системы высшего образования, так и вследствие ошибок в развитии экономики страны. В связи с этим вузы должны прогнозировать и интенсифицировать техническое развитие отечественной холодильной техники, методов проектирования, уровня автоматизации предприятий. Основные средства необходимо тратить на постоянное обновление учебно-производственных комплексов, холодильного оборудования, учебного программного обеспечения, всех видов обеспечения средств автоматизированного и оптимального адаптивного управления.

При этом уровень оснащения этих комплексов должен обеспечивать не только проведение учебно-лабораторных занятий студентов, магистрантов, но и возможность выполнения научно-исследовательских работ, проведения модельных и натурных испытаний основных образцов холодильной техники и различных схем холодоснабжения.

Формирование структуры опытно-промышленного комплекса кафедры предлагается базировать на использовании перспективных схем холодоснабжения, где в качестве основного хладоносителя используется вода и водные растворы.

Сформирован проект опытно-промышленного комплекса [1], включающего в себя три блока:

- блок водоподготовки с комплексом приборов для измерения параметров и качества воды;
- блок для исследования процессов охлаждения и замораживания воды и водных растворов на различных поверхностях (плоские, цилиндрические и т.д.);
- блок для исследования эффективности различных схем холодоснабжения и процессов тепломассообмена воды и водных растворов в потоках.

Функциональная схема автоматизации опытно-промышленного комплекса приведена на рис. 1.

Наиболее актуальной проблемой при создании опытно-промышленного комплекса является разработка информационно-измерительной системы (ИИС) для оперативного автоматизированного контроля и анализа состояния испытываемой системы холодоснабжения и ее основных элементов.

Система предназначена для решения следующих задач:

- автоматизированной обработки информации при испытании любого блока или подсистемы, входящих в состав опытно-промышленного комплекса;
- экспресс-оценки состояния блока или подсистемы;
- сбора и накопления информации о параметрах оборудования;
- определения эффективности процессов и работы всей системы холодоснабжения.

При этом ИИС должна выполнять следующие функции:

- первичный сбор информации о параметрах холодильного оборудования;
- вывод на экран компьютеров информации обо всех измеряемых параметрах в виде графиков различных цветов;
- архивирование параметров с задаваемой периодичностью;

- формирование таблиц и протоколов;
- обработка результатов испытаний, расчет основных показателей системы.

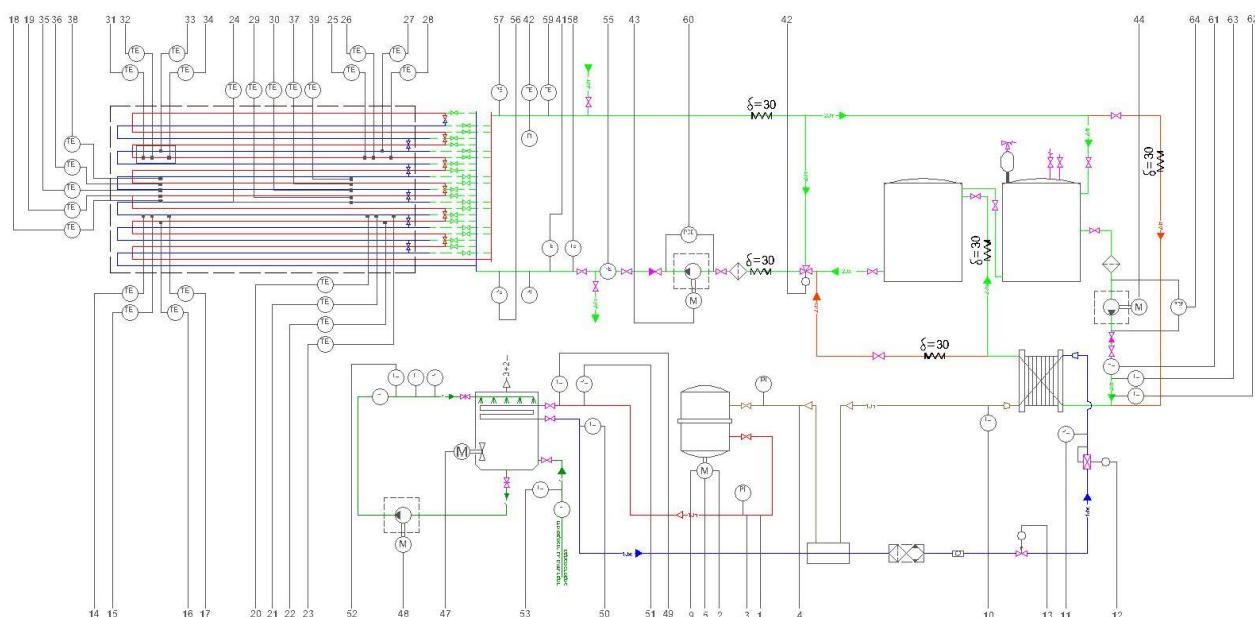


Рис. 1. Схема автоматизации функциональная опытно-промышленного комплекса

Используемые технические средства представлены законченными изделиями, в основном фирмы Advantech, на базе которых и создается мобильная автоматизированная измерительная система. Сбор данных и управление испытательными устройствами определяется через многоканальные модули ввода-вывода ADAM серии 4000, которые реализованы в одностипных корпусах, монтируются на панелях и DIN-рейках и объединяются по интерфейсу RS-485. Преобразование интерфейса RS-232 в интерфейс RS-485, необходимое для подключения модулей ввода-вывода и ПЭВМ производится устройством ADAM-4500 (рис. 2).

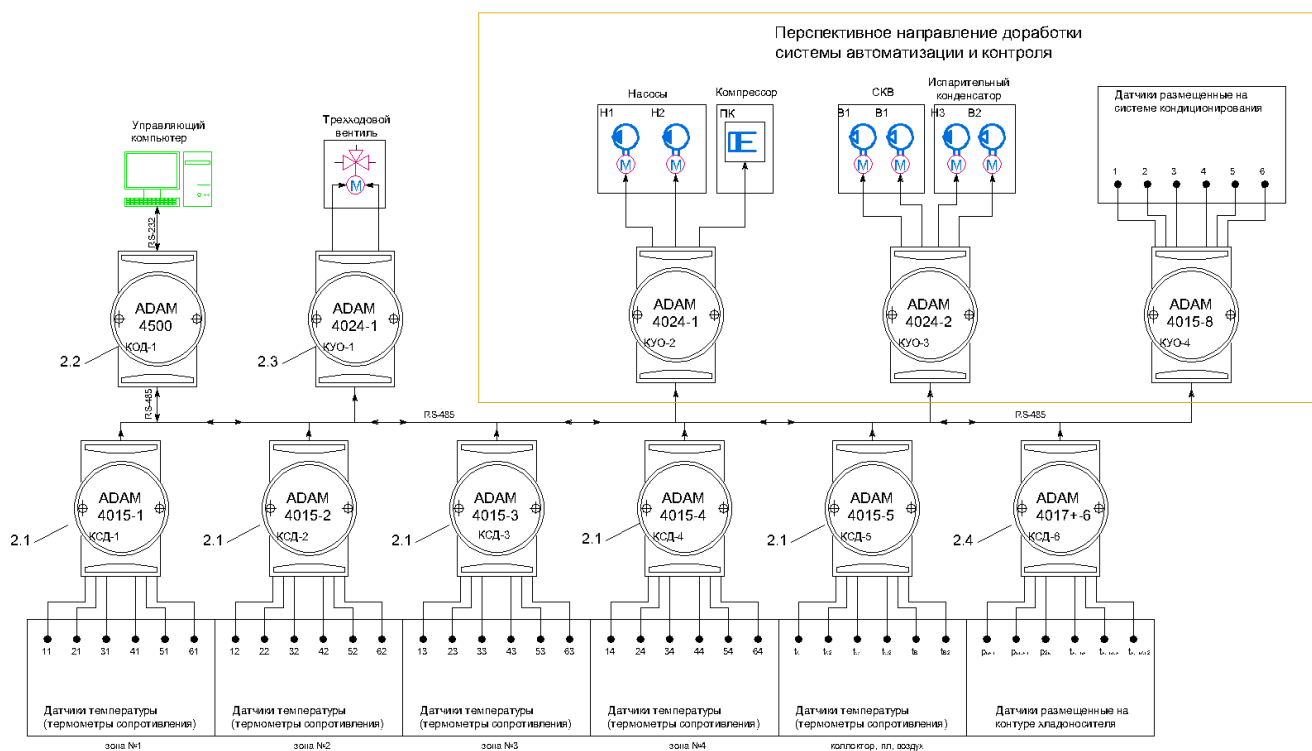


Рис. 2. Упрощенная схема ИИС

Использование данного проекта опытно-промышленного комплекса позволит проводить широкий спектр научно-исследовательских работ, автоматизировать процесс сбора и обработки информации в ходе испытаний систем холодоснабжения, оценивать уровень эффективности этих систем и т.д. Внедрение таких комплексов позволит сделать реальный шаг в направлении повышения уровня подготовки магистрантов, возможности расширения объема научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, переходу к автоматизации процессов испытаний систем холодоснабжения.

Литература

1. Петров Е.Т., Тазитдинов Р.Р., Круглов А.А. Анализ методов экспериментальных исследований различного оборудования и схем холодоснабжения // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 4. – С. 140–143.



Петров Михаил Михайлович

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, группа № Т4100

Направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

e-mail: strong.m.m@mail.ru

УДК 637.52(075.8)

ОСОБЕННОСТИ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Петров М.М.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Лазарев В.Л.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

В работе рассмотрены вопросы проведения исследований различных объектов в условиях априорной неопределенности. Такая ситуация характерна для многих объектов биотехнологической промышленности и обусловлена сложностью и дороговизной проведения измерений показателей состава и свойств сырья и готовой продукции. Предлагаемый подход также может быть использован для организации мониторинга и управления.

Ключевые слова: состояния неопределенности, мониторинг, управление, энтропийные потенциалы, биотехнологическая промышленность.

Развитие и рост биотехнологической промышленности, наметившиеся в последнее время, предусматривают совершенствование управления процессами и объектами в различных областях. Таковыми являются: пищевая промышленность, производство медицинских препаратов, нефтехимия, сельское хозяйство и др. Совершенствование управления в первую очередь преследует цель повышения качества продукции и уменьшения потерь от брака. Для организации эффективного управления необходимо выбрать методы проведения исследований объектов и моделирования, протекающих в них явлений и процессов, с учетом их специфических особенностей [1, 2].

Особенностью таких объектов является наличие возмущений, действующих по каналам поступающих на переработку сырья и различных ингредиентов. Таковыми в основном являются значительные вариации показателей химического состава (например, в пищевой промышленности содержание влаги, жира, белка, соли и др.), а также вариации их физических свойств. Таковыми, например, являются реологические, колориметрические, органолептические и другие характеристики. Действие указанных возмущений порождает значительные вариации аналогичных показателей качества продукции, что зачастую приводит к появлению брака. В этой связи для организации управления такими объектами и процессами необходима интеграция вероятностных схем и моделей в «классические» системы управления, основанных на использовании «детерминистских» подходов [2, 3].

Другой особенностью организации исследований и синтеза моделей рассматриваемых объектов является наличие априорной неопределенности, возникающей при формировании исходного «информационного поля».

В общем виде структуру информационного поля можно представить в виде множества результатов наблюдений.

$$X = \{\Omega_i\}, \quad \Omega_i = \bigcup_j \omega_j(\xi), \quad (1)$$

где $i=1,2,\dots,m$ – множество элементов или параметров, используемых для описания состояния объекта. Количество элементов m определяет размерность вектора состояния. Это конечное множество может состоять из набора отдельных кластеров измерений $\omega_j(\xi)$, ($j=1,2,\dots,k$), имеющих соответствующие области изменений – D_j . ξ – вектор факторов, определяющий вариацию i -го параметра (например, фактор временных или каких-либо пространственных координат).

Ограниченность массивов измерительной информации обусловлена в основном сложностью и дороговизной проведения измерений вышеуказанных показателей и характеристик. Классические методы определения показателей состава сырья и готовой продукции предусматривают использование сложного и дорогостоящего оборудования, реактивов, а также привлечения квалифицированного персонала. Длительность проведения отдельных измерений может достигать нескольких часов. В настоящее время разрабатываются и выпускаются приборы для проведения экспресс-анализов, основанные на использовании различных методов: ультразвуковым, колориметрическим, турбодиметрическим и др. Время проведения измерений (с учетом подготовки, загрузки и выгрузки образца) составляет порядка нескольких минут. Однако они характеризуются несравнимо высокой стоимостью, сложностью в эксплуатации и проведения регламентных работ, для работы на них требуется специально подготовленный высококвалифицированный персонал. Приобретение и эксплуатация таких приборов для малых и средних предприятий зачастую оказывается нерентабельной. Следует отметить, что подобная проблематика характерна и для других отраслей промышленности, где для организации управления необходимо осуществлять контроль состава и свойств сырья и продукции: химической, металлургической, строительных материалов [2, 4].

С учетом указанных обстоятельств актуальным является выбор подхода к описанию состояний неопределенности. Моделирование ситуаций, прогнозирование их развития, а также организация управления в условиях неопределенности являются компонентами так называемых «интеллектуальных» задач.

В настоящее время существуют и ведутся соответствующие разработки. К ним относятся: методы интервальных оценок, методы теории нечетких и размытых множеств, методы, основанные на использовании технологий экспертных систем, искусственных нейронных сетей, методы теории энтропийных потенциалов. Кроме того, эффективным инструментом решения подобных задач может являться методология байесовских

интеллектуальных технологий, на основе которых используются информационно-аналитические системы в разных прикладных задачах от мониторинга состояния компонентов экосистем до аудита предприятий. Следует также упомянуть методы когнитивных информационных технологий. Они получают широкое распространение, значительные инвестиции на развитие на практике, прогрессируют [4, 5]. Имеются и другие разработки. Каждый из методов имеет свои достоинства и недостатки, перспективы применения в разных областях деятельности [1]. Для их реализации существует и продолжает разрабатываться специальное программное обеспечение.

Методы теории энтропийных потенциалов, в значительной мере, адаптированы к специфике и проблематике биотехнологической промышленности. Их реализация основана на использовании для описания состояний неопределенности набора величин, взаимосвязанных на основе принципа «вложения». Другими словами, величины последующего, более высокого уровня, выражаются через величины предыдущих уровней путем введения дополнительных характеристик состояний неопределенности и, наоборот. Таковыми, например, являются: энтропийный коэффициент, энтропийный потенциал (ЭП), комплексный ЭП, многомерный комплексный ЭП. Выбор конкретной величины для проведения исследований, принятия решений, организации мониторинга и управления является прерогативой исследователя и определяется особенностями конкретного объекта, спецификой и «глубиной» постановки задачи. Такой подход получает распространение на практике [4, 5].

Исходя из изложенного, представляется целесообразным сформулировать основные положения по постановке задач исследования объектов в условиях неопределенности и, в частности, многих объектов биотехнологической промышленности в следующем порядке.

1. Осуществить выбор величины для описания состояния неопределенности и определяющих ее характеристик, исходя из специфики поставленной задачи [1, 4].
2. Выбрать методики или способы определения этих характеристик: аналитические, основанные на аналогиях с подобными, ранее изученными объектами, на основе экспериментальных данных, робастного оценивания и др.
3. Построить набор изображающих точек в пространстве координат выбранных характеристик (в пределе траекторию эволюции объекта) по заданному наперед параметру. В качестве такового, например, может быть задан набор интервалов времени или характерные фрагменты исследуемого пространства.
4. Оценить имеющиеся тенденции эволюции объекта. Примеры подобных исследований приведены в работах [1, 4, 5].

Литература

1. Управление в условиях неопределенности / Под общ. ред. проф. С.В. Прокопчиной. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. – 304 с.
2. Лазарев В.Л. Робастные системы управления в пищевой промышленности: учебное пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2003. – 150 с.
3. Лазарев В.Л. Энтропийный подход к организации мониторинга и управления // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2005. – № 6. – С. 61–68.
4. Лазарев В.Л., Грахольская Т.А., Травина Е.А., Фролков Н.А. Использование когнитивных образов состояний систем в пространстве параметров энтропийных потенциалов для организации мониторинга и управления // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2015. – № 4. – С. 54–61.
5. Лазарев В.Л. Совершенствование управления с использованием характеристик энтропийных потенциалов. Адаптация к специфике биотехнологической промышленности // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 4. – С. 68–73.

**Позднякова Виктория Владимировна**

Год рождения: 1995

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии
и техносферной безопасности, группа № А4105Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасностьe-mail: viktoriya.17@mail.ru

УДК 628.1

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**Позднякова В.В.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Пинчук О.А.**

В работе раскрывается понятие ливневых стоков, зависимость ливневого стока от выпадения осадков, приведена классификация основных загрязнителей ливневых стоков. Рассмотрены вопросы, связанные с отведением ливневых стоков и канализациями в городе Санкт-Петербурге.

Ключевые слова: ливневый сток, загрязняющие вещества, осадки, типы хода выпадения дождя, интенсивность дождя, система водоотведения, канализация.

В настоящее время установлено, что дождевые и талые воды, стекающие с городских территорий и площадок промышленных предприятий, значительно загрязнены различными веществами и не могут сбрасываться в водоемы без ограничений [1], поэтому осуществление контроля над ливневыми стоками на сегодняшний день является необходимым.

Ливневый сток представляет собой смесь городских сточных вод и поверхностных вод, образовавшуюся в результате сильных ливней или таяния снега [1].

Ливневый сток по некоторым показателям считается загрязненным сильнее, чем городские сточные воды. Из общего годового количества загрязняющих веществ, содержащихся во всех видах сточных вод, отводимых с территории города, на долю ливневого стока приходится около 78% взвешенных веществ, 20% органических веществ (по биохимическому потреблению кислорода (БПК)), 68% нефтепродуктов [1].

Количество загрязняющих компонентов зависит от таких факторов как: плотность населения, уровень благоустройства, вид поверхностного покрова, интенсивность движения транспорта, частота уборки улиц, а также наличие на территории промышленных предприятий и количество выбросов в атмосферу.

Самыми значительными загрязняющими составляющими ливневого стока являются: продукты эрозии почвы, смываемые с газонов и открытых грунтовых поверхностей, пыль, бытовой мусор, вымываемые компоненты дорожных покрытий и строительных материалов, хранящихся на открытых складских площадках, а также нефтепродукты, попадающие на поверхность водосбора от автотранспорта и другой техники.

Загрязняющие вещества, находящиеся в ливневом стоке городских территорий, можно распределить по группам:

- минеральные и органические примеси естественного происхождения, такие как частицы песка, глины, гумуса;
- вещества техногенного происхождения. Например, нефтепродукты, вымываемые компоненты дорожных покрытий, соединения тяжелых металлов и т.д.;
- бактериальные загрязнения, поступающие в воду при неблагоприятном санитарном состоянии селитебной территории.

Примерный состав поверхностного стока для различных участков водосборных поверхностей приведен в таблице. Преимущественно загрязненным по всем показателям является талый сток.

Таблица. Характеристика поверхностного стока для различных участков водосборных поверхностей селитебных территорий

Площадь стока	Дождевой сток, мг/дм ³				Талый сток, мг/дм ³			
	Взве- шенные вещества	БПК ₂₀	ХПК	Нефте- продук- ты	Взве- шенные вещества	БПК ₂₀	ХПК	Нефте- продук- ты
Участки селитебной территории с высоким уровнем благоустройства и регулярной механизированной уборкой дорожных покрытий (центральная часть города с административными зданиями, торговыми и учебными зданиями)	400	40	300	8	2000	70	700	20
Современная жилая застройка	650	60	480	12	2500	100	1000	20
Магистральные улицы с интенсивным движением транспорта	1000	80	610	20	3000	120	1200	25
Территории, прилегающие к промышленным предприятиям	2000	90	650	18	4000	150	1500	25
Кровли зданий и сооружений	<20	<10	<80	0,01–0,7	<20	<10	<100	0,01–0,7
Территории с преобладанием индивидуальной жилой застройки; газоны и зеленые насаждения	300	60	400	<1	1500	100	100	<1

В настоящее время установлено, что наибольшая концентрация загрязнений достигается в течение первых 10–40 мин от начала дождя (рис. 1). При этом концентрация взвешенных веществ становится максимальной в начальный период, позднее начинает снижаться; в завершающем периоде дождя концентрации могут снова увеличиваться. Концентрация нефтепродуктов также максимальна в период начала дождя, позже снижается до довольно небольших значений и далее остается постоянной практически в течение всего периода выпадения дождя.

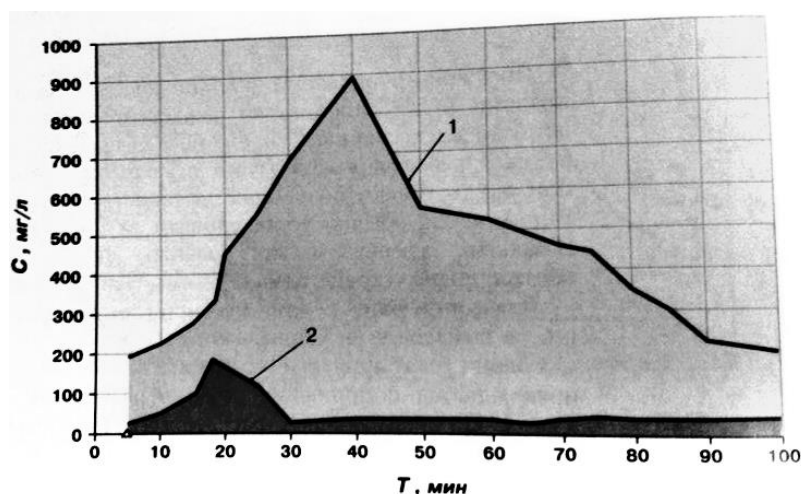


Рис. 1. Зависимость поступления загрязнений в дождевой сток за время выпадения дождей:
1 – концентрация взвешенных веществ; 2 – концентрация нефтепродуктов

На основе изучения хода выпадения дождей в Санкт-Петербурге представляется возможным математически описать пять типов хода их выпадения (рис. 2). Общую продолжительность каждого дождя разбивали на десять равных интервалов (соответствующих 10% от общей продолжительности дождя) и для каждого интервала определяли количество выпавших осадков (в процентах от общего количества осадков за весь период). К 1-му типу отнесены дожди с максимумом интенсивности в начале или в первой трети периода выпадения. Дожди 1-го типа составляют 37% от числа всех дождей. На дожди 2-го типа с равномерной интенсивностью приходится 11%. Дожди 3-го типа составляют 13%, для 4-го – 28% и 5-го – 11%.

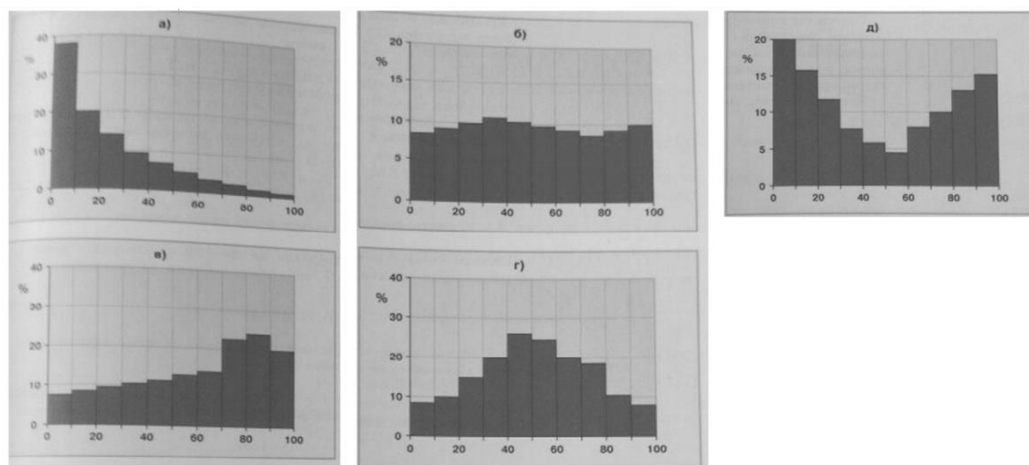


Рис. 2. Пять типов хода выпадения дождей: интенсивность дождя максимальная в начале или в первой трети периода его выпадения (а); интенсивность постоянная (равномерная) (б); интенсивность максимальная в конце (в); интенсивность максимальная в середине (г); интенсивность максимальная в начале и в конце периода выпадения дождя (д)

Санкт-Петербург по своему географическому местоположению находится в зоне избыточного увлажнения. На рис. 3 изображена тенденция увеличения количества осадков в Санкт-Петербурге. Прямая линия показывает среднегодовую норму осадков, темная кривая – динамику изменения количества осадков, светлая линия является линией тренда.

Рис. 3 дает возможность сделать вывод о том, что в Санкт-Петербурге с каждым новым десятилетием увеличивается количество осадков, и следовательно, количество ливневых стоков также возрастает.

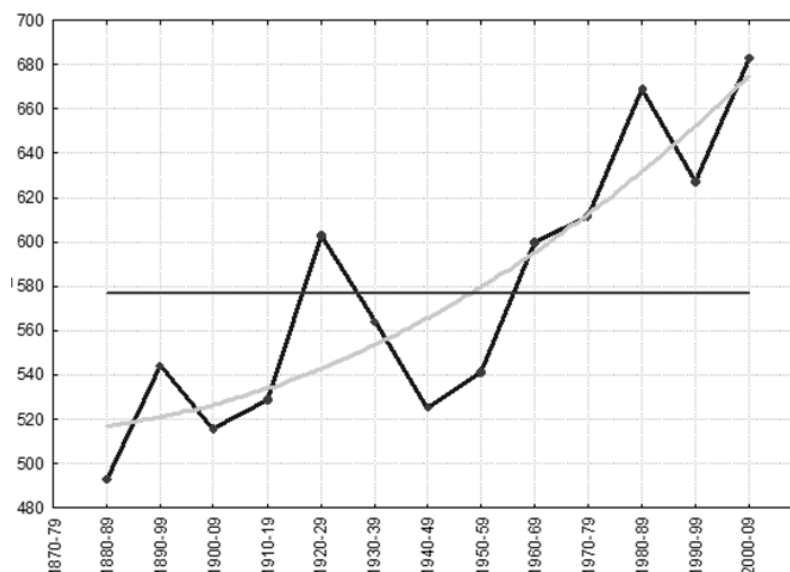


Рис. 3. Среднее количество осадков в Санкт-Петербурге по десятилетиям с 1880 по 2009 г.

Средняя продолжительность выпадения осадков в день в Санкт-Петербурге уменьшается от зимы (10–11 ч) к лету (около 4 ч).

Отвод дождевых и талых вод на селитебной территории может производиться несколькими способами:

1. раздельная система водоотведения – вода отводится самостоятельно по открытым лоткам и каналам или подземными трубопроводами;
2. общесплавная система водоотведения, т.е. совместно с бытовыми и производственными сточными водами;
3. полураздельная система водоотведения. Такой вид отведения ливневых стоков подразумевает, что вода собирается уличными дождевыми коллекторами при небольших дождях, и начальная наиболее загрязненная часть дождевых вод при любых дождях, и талые и поливочные воды через разделительные камеры переливаются в главный общесплавной коллектор, и затем вместе с бытовыми и производственными водами поступают на очистные сооружения. При сильных ливнях вода из уличных дождевых коллекторов через разделительные камеры полностью или частично сбрасывается в водный объект без очистки [2].

Канализация Санкт-Петербурга работает по комбинированной схеме: 70% всей территории имеет общесплавную канализацию. В нее поступают хозяйственно-бытовые, промышленные, а также поверхностные (дождевые, талые) стоки. Остальная территория – это в основном районы новостроек и пригороды. Канализованы они по раздельной схеме (дождевые и талые воды собираются отдельно от остальных стоков).

В связи с вышесказанным, можно подвести итоги:

1. в Санкт-Петербурге недостаточно сетей ливневой канализации. Из-за этого существуют затруднения отведения стока в период сильных осадков и весеннего половодья для предотвращения подтопления улиц;
2. требуется реконструкция сетей для сбора ливневых вод, потому как сейчас не учитывается тот факт, что сток с максимальной концентрацией загрязнений достигается в первые 10–40 мин от начала дождя.

Литература

1. Молоков М.В., Шифрин В.Н. Очистка поверхностного стока с территории городов и промышленных площадок. – М.: Стройиздат, 1977. – 104 с.
2. Медведев Г.П. Отведение и очистка сточных вод Санкт-Петербурга. – СПб.: Новый журнал, 2002. – 684 с.

**Пучкова Татьяна Юрьевна**

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии
и техносферной безопасности, группа № А4205Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасностьe-mail: puchkova.t.u@gmail.com

УДК 502.5

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРМИКУЛИТА, ПЕРЛИТА
И КРИСТАЛЛОГИДРАТОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ****Пучкова Т.Ю.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Кустикова М.А.**

В работе рассмотрена возможность использования таких веществ как вермикулит и перлит для обеспечения техносферной безопасности. Проанализированы данные о физических свойствах вермикулита, перлита и кристаллогидратов, и на основании этих данных предложены и разработаны варианты применения вермикулита, перлита и кристаллогидратов.

Ключевые слова: вермикулит, перлит, кристаллогидраты, техносферная безопасность.

В настоящее время экологическая ситуация и тенденции ее изменения непосредственно связаны с промышленным производством и хозяйственной деятельностью человека. Развитие человечества неизменно приводит к ухудшению состояния окружающей среды. Одной из главных проблем техносферной безопасности является обеспечение экологической и промышленной безопасности. Становится очевидно, что необходимо искать новые пути решения проблем и задач в области техносферной безопасности и экологии.

В работе рассмотрена возможность использования таких веществ как вермикулит, перлит и кристаллогидраты для обеспечения техносферной безопасности.

Вермикулит и его уникальные свойства были известны еще с 1824 года, но промышленная добыча и использование вермикулита начались только в начале XX века в США. На сегодняшний день мировая добыча вермикулита находится на уровне 500 тыс. т. Крупными мировыми производителями вермикулита являются Южная Африка, Китай, Россия, Бразилии и США. Крупнейшее в России месторождение вермикулита находится на Кольском полуострове.

Вермикулит – это минерал из группы гидрослюд, имеющих слоистую структуру. Представляет собой крупные пластинчатые кристаллы золотисто-желтого или бурого цвета. Основные компоненты вермикулита: SiO_2 , Al_2O_3 , FeO , Fe_2O_3 , MgO , H_2O .

В хозяйственной деятельности применяется исключительно вспученный вермикулит. Вспученный вермикулит получают путем обжига минерала вермикулита. При нагревании до 400°C отдельные чешуйки вермикулита расслаиваются за счет испарения воды. При этом вермикулит сильно увеличивается в размере – примерно в 15–20 раз.

Основные полезные качества вермикулита: высокая огнестойкость, малая плотность, низкая теплопроводность, химико-биологическая инертность при контакте с агрессивными средами, экологичность. Температурная область применения вермикулита от -260°C до $+1200^\circ\text{C}$.

Около 70% всего производимого вермикулита используется в строительстве. Вермикулит используется в составе огнезащитных покрытий, а также как

термоизоляционный наполнитель огнестойких дверей, наполнитель тепло- и звукоизоляционных строительных смесей, применяется в составе легких бетонов и штукатурок. Вспученный вермикулит засыпают для теплоизоляции в простенные промежутки, щели и перекрытия. На основе вспученного вермикулита производят теплоизоляционные плиты и блоки, которые активно применяют в строительстве.

Также вермикулит применяют в растениеводстве, где он используется как субстрат, для мульчирования и аэрации почвы, насыщает растения полезными минералами. Вермикулит обладает высоким коэффициентом водопоглощения – 400–530%, легко впитывает влагу и отдает ее, создавая оптимально влажную среду для питания корней растений.

На взгляд автора очень актуальным является использование вермикулита именно для решения ряда экологических проблем. Например, в настоящий момент, он применяется для удаления нефтепродуктов, органических и токсичных жидкостей с поверхности водоемов. Впервые этот метод был предложен и запатентован еще в 1967 году в США. Суть данного метода: разлитый нефтепродукт необходимо обработать адсорбентом вермикулитовым, далее вермикулитовый адсорбент впитывает в себя нефтепродукты в течение 10–15 минут, после чего необходимо удалить его с поверхности. Этот метод неоднократно применялся в России: при разливе нефти в Северном море, при сборе нефтяных пятен на акватории морского порта Мурманска, при устранении нефтяных разливов в зоне форелевого хозяйства на озере Имандра (Мурманская область) с результатом 99,6%, при ликвидации разливов дизельного топлива у причалов Беломорского предприятия с результатом очистки 86%.

Также вермикулит используется для фильтрационной очистки сточных вод электростанций, промышленных и бытовых предприятий. В качестве фильтра применяется адсорбент вермикулитовый, через который перекачивается загрязненная вода. По литературным данным применение адсорбента вермикулитового позволяет снижать: биологическое потребление кислорода с 20–25 мг/л до 2–3 мг/л; фосфаты с 3–5 мг/л до 0,3–0,2 мг/л; азот аммонийный с 10–15 мг/л до 1–3 мг/л; нитраты с 10–15 мг/л до 3–4 мг/л; нитриты с 3–5 мг/л до 0,0001–0,0002 мг/л.

Кроме того, вермикулит применяется для рекультивации земельных участков. На загрязненный земельный участок наносится смесь, состоящая из сорбента вермикулитового и торфа. В этом случае сорбент впитывает углеводороды, создает среду для развития нефтеокисляющих почвенных бактерий, присутствующих в естественном биогеоценозе данного региона.

Перлит – это горная порода вулканического происхождения. Перлит может иметь черную, зеленую, красно-бурую, коричневую, белую окраску различных тонов. Перлит образуется следующим образом: на кромке потока лавы, в местах первичного соприкосновения магматических расплавов и земной поверхности, в результате быстрого охлаждения лавы формируется вулканическое стекло – обсидиан. В дальнейшем подземные воды проникают сквозь обсидиан, происходит его гидратация и образование перлита. Основные компоненты перлита: SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Na_2O , Fe_2O_3 , MgO , H_2O .

Мировые запасы перлита оцениваются в 700 млн тонн. Основными производителями перлита являются Китай, Греция, США и Турция.

В промышленности наиболее широко используется вспученный перлит, который получают путем обжига перлита в вертикальных и вращающихся печах при температуре 900–1100°C. Вспучивание происходит за счет выделения воды и гидроксильной группы в тот момент, когда стекло становится пластичным. Порода распадается на шарообразные зерна с увеличением в объеме в 4–20 раз и пористостью до 70–90%.

Вспученный перлит обладает следующими полезными свойствами: высокая огнестойкость, тепло- и звукоизолирующие свойства, высокая впитывающая способность: способен впитать жидкости до 400% собственного веса, также перлит не подвержен

разложению и гниению под действием микроорганизмов и является экологически чистым и стерильным материалом, не токсичен и не содержит тяжелых металлов. Температура применения вспученного перлита от -200°C до 900°C .

Уникальные свойства вспученного перлита обусловили широкое применение этого материала в промышленности и строительстве. Использование вспученного перлита в строительстве позволяет повысить характеристики тепло-, звукоизоляции и пожаробезопасности возводимых сооружений, при этом значительно сократив массу и объемы конструкций. Вспученный перлит применяется самостоятельно (в качестве замены песка и щебня) или в смесях с другими строительными материалами (как компонент при изготовлении теплоизоляционных изделий, теплых штукатурок, легких строительных растворов, наполнителей для линолеума, красок, сухих строительных смесей) [1].

Также как и вермикулит, вспученный перлит применяется в растениеводстве. В сельском хозяйстве перлит чаще всего используется для мульчирования почвы, а в комнатном цветоводстве служит наиболее подходящей заменой песка.

В экологии перлит широко используется для ликвидации аварийных разливов нефти или нефтепродуктов на воде или в почве, для очистки промышленных сточных вод, для судоходной очистки вод. Благодаря своему пористому строению и специально обработанной поверхности перлитовые гранулы способны впитывать в себя нефтепродукты до 35% от собственной массы. Отработанный таким способом перлит служит в дальнейшем для изготовления асфальтобетона.

В процессе поиска информации и изучения свойств перлита, вермикулита и кристаллогидратов, автор задумалась о возможности использования водной суспензии этих вещества для тушения лесных пожаров. Был проведен сравнительный анализ перлита, вермикулита и кристаллогидратов по основным параметрам, и сделаны выводы о том, что наиболее эффективным будет использование водной суспензии вермикулита. В данный момент водная суспензия вспученного вермикулита используется в основном в качестве пропитки тканей и бумаги для обеспечения их огнестойкости. Однако в 2013 году Р.С. Гудвин подал патентную заявку на изобретение огнетушителя, в котором средство тушения огня представляет собой водную суспензию вспученного вермикулита [2]. Данный патент показался автору данной работы весьма интересным. Идея состоит в том, водная суспензия вермикулита гораздо эффективнее при тушении пожара, так как вода в суспензии и внутри частиц вермикулита снижает температуру в зоне возгорания, за счет поглощения скрытой теплоты испарения, а также помогает тушить пожар.

Применение водной суспензии вермикулита для тушения лесных пожаров может быть перспективно, так как вермикулит не наносит вред окружающей среде, по сравнению с другими веществами, которые применяют для повышения эффективности тушения пожара и уменьшения расхода воды. Обработка поверхности водной суспензией вермикулита может предотвратить ее повторное возгорание. А также, как уже было сказано ранее, вермикулит обладает рядом полезных для почвы микроэлементов – калий, кальций, магний, марганец и железо и способствует улучшению механических и химических свойств почвы.

Вспученный вермикулит, вспученный перлит и кристаллогидраты являются действительно уникальными и перспективными материалами, и дальнейшее, более детальное изучение их свойств и областей применения кажется очень многообещающим.

Литература

1. Алексеева Л.В. Перспективы производства и применения вспученного перлита как заполнителя для легких бетонов // Строительные материалы. – 2016. – № 6. – С. 74–77.
2. Заявка 2014141015. Российская Федерация. Огнетушитель и наполнитель огнетушителя // Гудвин Р.С. (Великобритания); заявитель Гудвин ПЛК. – Оpubл. 27.05.16, Бюл. № 15.



Распопа Елизавета Андреевна

Год рождения: 1996

Факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра программных систем, группа № К3420

Направление подготовки: 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

e-mail: elizaveta.raspopa@yandex.ru



Ананченко Игорь Викторович

Год рождения: 1968

Факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра программных систем, к.т.н., доцент

e-mail: igor@ananchenko.ru

УДК 004.054

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Распопа Е.А., Ананченко И.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ананченко И.В.

В работе рассмотрены основные инструменты автоматизации тестирования веб-приложений, их характерные особенности, достоинства и недостатки.

Ключевые слова: тестирование, автоматизация тестирования, инструменты тестирования.

Введение. Автоматизированное тестирование давно является неотъемлемой частью процесса разработки многих программных проектов, так как с его помощью возможно автоматически проверить основные функциональные возможности продукта и провести регрессионное тестирование, выполнив большое количество тестов в течение относительно короткого периода времени. Однако при разработке многих продуктов, в особенности больших проектов, по-прежнему требуется значительный объем ручного функционального тестирования в дополнение к автоматизированному, этому способствует множество факторов, в частности, недостаток или даже полное отсутствие достаточных ресурсов и навыков для автоматизации всех тестов. Существуют различные инструменты, помогающие в построении и выполнении системы автоматизированных тестов. Многие команды давно активно используют юнит-тесты для частой проверки важных участков кода, периодически подвергаемых изменениям, таких как библиотеки и методы. Автоматизация тестирования пользовательских интерфейсов долго считалась дорогостоящей и трудоемкой, а представленные на рынке программного обеспечения инструменты не обладали достаточными функциональными возможностями. Стремительный рост количества новых веб-приложений сказывается на рынке средств разработки, появляется все больше доступных средств для автоматизации тестирования веб-интерфейсов, в том числе некоммерческих проектов с открытым исходным кодом. Автоматизированное тестирование веб-приложения позволяет быстро оценить, что новая функциональность приложения соответствует требованиям и работает без ошибок, а также дает возможность сократить время, затрачиваемое на регрессионное тестирование. Наличие автоматизированных тестов позволяет команде разработчиков вносить изменения и производить рефакторинг кода более

уверенно, не боясь повредить существующую функциональность, так как работоспособность приложения может быть быстро оценена после внесения каждого изменения.

При всех достоинствах автоматизированных тестов не стоит забывать, что разработка тестов для веб-приложений может оказаться непростой задачей, необходимо учитывать возможность регулярных изменений пользовательского интерфейса, а также предусмотреть выполнение тестов во многих популярных браузерах и на базе различных операционных систем.

На современном рынке программного обеспечения для разработки представлено множество инструментов создания и выполнения автоматизированных тестов для веб-приложений. Рассмотрим наиболее популярные.

Selenium – один из самых популярных инструментов автоматизации тестов, проект с открытым кодом, на основе которого разрабатывается несколько продуктов: Selenium WebDriver – драйвер браузера, программная библиотека, позволяющая разрабатывать код для управления поведением браузера. Selenium IDE – интегрированная среда разработки, библиотека Selenium с графическим интерфейсом, является дополнением к браузеру Firefox, позволяет записывать, сохранять и воспроизводить сценарии тестирования пользовательского интерфейса веб-приложения. Также в статусе замороженного проекта находится предшественник WebDriver – Selenium Remote Control (RC) – инструмент, позволяющий автоматизировать тесты для пользовательского интерфейса веб-приложения на любом языке с использованием любого браузера, поддерживающего JavaScript [1].

Watir – бесплатный проект с открытым кодом, библиотека интерпретатора Ruby, распознает структуру веб-страниц и позволяет получить доступ к ее элементам, таким образом, инструмент способен имитировать поведение пользователя (переходить по ссылкам, заполнять формы, нажимать на кнопки и т.д.) [2].

Windmill – кроссплатформенная и кроссбраузерная среда разработки тестов веб-приложений на языках Python, JavaScript и Ruby. Содержит встроенные инструменты отладки, поддерживает большое количество команд для взаимодействия с приложением, а также защищенные SSL-соединения [3].

Ranorex – один из наиболее популярных фреймворков разработки автоматизированных тестов для пользовательского интерфейса веб-приложений. Использует RanoreXPath для распознавания элементов страницы, поддерживает библиотеку автоматизации тестов для .NET, также позволяет записывать сценарии поведения пользователя, а затем выполнять полученные тестовые сценарии [4].

Tellurium – инструмент, позволяющий разрабатывать тесты на естественном языке, не требует опыта разработки и знания языков программирования [5].

Выводы. Разработка качественного программного продукта в отведенные сроки и в рамках отведенного бюджета – первоочередная задача поставщиков программного обеспечения. Автоматизация тестирования позволяет заметно ускорить работу над проектом, заменить рутинную часть работы, а также снизить человеческий фактор. Однако разработка автоматизированных тестов также предполагает наличие необходимых ресурсов и соответствующую квалификацию специалиста. Выбор инструмента тестирования также не может быть случайным, необходимо ориентироваться на специфику конкретного проекта, заявленные требования и указанные рамки бюджета. Рынок инструментов автоматизации тестирования активно развивается, тестирующим предоставлен обширный выбор средств для организации эффективной работы над улучшением качества продукта.

Литература

1. Selenium – Web Browser Automation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.seleniumhq.org/>, своб.
2. Watir.com | Web Application Testing in Ruby [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://watir.com/>, своб.

3. Windmill Testing Framework [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.getwindmill.com/, своб.
4. Ranorex: Test Automation for GUI Testing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ranorex.com/, своб.
5. Tellurium – Simple Automated QA Testing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.te52.com/, своб.



Санталина Ирина Юрьевна

Год рождения: 1983

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, группа № Т4119

Направление подготовки: 19.04.02 – Продукты питания из растительного сырья

e-mail: irina.santalina@yandex.ru

УДК 663.86.054.1

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ИНГРЕДИЕНТНОГО СОСТАВА НАПИТКА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ БОЛЬНЫХ ДИАБЕТОМ

Санталина И.Ю.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Матвеева Н.А.

В работе представлено обоснование выбора ингредиентного состава сокосодержащего напитка специального назначения. На основании аналитического обзора ассортимента продуктов для людей больных сахарным диабетом и нормативно-правовой документации предложена рецептура напитка, состоящая из полностью натуральных компонентов.

Ключевые слова: грейпфрутовый сок, сахарный диабет, сокосодержащий напиток, натуральные сахарозаменители, разработка рецептов.

В наши дни одним из самых распространенных заболеваний людей является сахарный диабет. К сожалению, число людей, страдающих данным недугом, постоянно возрастает во всем мире. Существует огромный опыт людей, которые с помощью специалистов, выполняя все рекомендации и придерживаясь правильного питания, живут полноценной активной жизнью, несмотря на свое заболевание. Правильное питание не означает жесткую диету – это просто означает правильный выбор продуктов [1].

При составлении сбалансированного меню для диабетика, прежде всего, необходимо учитывать влияние продуктов и блюд на уровень глюкозы в крови и их энергоемкость. Первое характеризуется общепринятым понятием гликемический индекс (ГИ), второе – хлебные единицы (ХЕ).

ГИ – это коэффициент, который показывает скорость усвоения организмом углеводосодержащих продуктов и повышение уровня сахара в крови. Эталоном считается чистая глюкоза, у которой ГИ=100 единиц. Продукты питания, имеющие высокий (более 50 ед.) ГИ, относятся к «быстрым» («плохим») углеводам и насыщены большим количеством простых сахаров, соответственно, с большей скоростью отдают свою энергию организму. Продукты питания с низким (ниже 50 ед.) ГИ относятся к «медленным» («хорошим») углеводам. При употреблении их в пищу в организме происходит медленное переваривание и усваивание, что способствует постепенному подъему уровня сахара в крови. Стоит отметить, что значения ГИ для одного продукта не является постоянным. Он зависит от способа обработки блюд, сорта и типа продукта, вида переработки и рецепта. Кроме того, ГИ никак не связан с калорийностью продукта, поэтому при составлении сбалансированного

меню необходимо учитывать еще и количество потребляемого продукта, т.е. необходимо учитывать количество углеводов, которые в нем содержатся.

ХЕ (углеводная единица) – условная единица, которая используется для приблизительной оценки количества углеводов в продуктах. Условно 1 ХЕ содержит 10 г. углеводов без пищевых волокон или 12 углеводов с пищевыми волокнами. В зависимости от типа диабета и от факторов, таких как возраст, масса тела, физическая активность и прочее, суточная потребность в ХЕ составляет 10–30 единиц [2, 3].

Сегодня на прилавках магазинов в отделе диабетических товаров представлен достаточно широкий ассортимент продуктов для данной категории людей. Среди этих товаров можно увидеть большое разнообразие хлебобулочных и макаронных изделий, зерновых продуктов (хлебцы, отруби), печенья, пряников, вафель, джемов, мармелада, зефира, шоколада, конфет и пр. Среди напитков также присутствует большое разнообразие. Однако соковая продукция представлена только лишь в виде напитка или его концентрата. И это понятно, так как многие фрукты сами по себе содержат большое количество сахара, что для диабетиков неприемлемо.

Из немногочисленных разрешенных видов фруктов и рекомендуемых врачами-диетологами для больных сахарным диабетом является грейпфрут и сок из него. Грейпфрутовый сок является источником витаминов группы А, В, С, а также Е и РР. Помимо того, в его составе можно встретить такие полезные природные соединений как кальций, железо, фосфор, магний, калий, а также органические кислоты. Уникальная польза грейпфрутового сока заключается в содержании в составе продукта мощных природных антиоксидантов или ликопинов. Входящий в состав флавононовый гликозид нарингин, придающий фрукту горечь, оказывает положительное влияние на пищеварительную, а также сердечно-сосудистую систему человеческого организма. Грейпфрутовый сок может помочь в лечении заболеваний печени, а также желчного пузыря, гастрита, ожирения, малокровия, кожных заболеваний, атеросклерозе, при нервном истощении. Он повышает иммунитет и помогает в профилактике различных простудных и некоторых инфекционных заболеваний. Стоит также отметить, что грейпфрутовый сок очень полезен больным сахарным диабетом, так как снижает уровень сахара в крови и нормализует работу кровеносной системы.

Промышленные соки для такой категории людей необходимо употреблять с осторожностью, поскольку в их состав входит сахар. При изготовлении соковой продукции для диабетиков вместо сахара добавляют его заменители – подсластители. В настоящее время в Российской Федерации на основании документов [4, 5] разрешено использование подслащивающих веществ: неогесперидин дигидрохалкон, стевиазид – натуральные подсластители, ацесульфам калия, аспартам, сахарин и его соли, сукралоза (трихлоргалактоза) – искусственные подсластители.

При разработке рецептуры специального напитка для больных сахарным диабетом акцент делается на натуральность готового изделия, поэтому в качестве ингредиентов были выбраны грейпфрут и стевиазид. Такое сочетание компонент позволит создать готовый натуральный сокосодержащий напиток с низкими показателями ГИ и ХЕ, который разнообразит ассортимент напитков для данной категории людей.

Литература

1. Брэнд-Миллер Д. Большая энциклопедия диабетика / Пер. с англ. Л. Остроумовой. – М.: Изд-во АСТ, 2016. – 256 с.
2. Портал о сахарном диабете [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://diabet-doctor.ru/tablica-xlebnux-edinic.html>, своб.
3. Данилова А.Н. Счетчик хлебных единиц, углеводов и калорий. Справочник диабетика: СПб.: Вектор, 2013. – 127 с.

4. 2.3.2.1293-03. Гигиенические требования по применению пищевых добавок / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901862338>, своб.
5. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 029/2012. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств (с изменениями на 18 сентября 2014 года) / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902359401>, своб.



Сергиенко Ольга Ивановна

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности, к.т.н., доцент
e-mail: oisergienko@yandex.ru



Есева Ксения Дмитриевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4130

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: kseniya.eseva@yandex.ru

УДК 338.439

РАЗВИТИЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ МАРКИРОВКИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ: РОССИЙСКИЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Сергиенко О.И., Есева К.Д.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сергиенко О.И.

В работе дана оценка положению органических продуктов питания на продовольственном рынке РФ. Рассматриваются основные принципы ведения органического сельского хозяйства и требования к органической продукции. Уделяется внимание требованиям к экомаркировке продуктов питания. Выявляются главные причины, сдерживающие рынок экопродуктов в РФ.

Ключевые слова: органическое сельское хозяйство, экомаркировка, законодательство, «Листок жизни», экологическая сертификация.

Возникновение рынка органических продуктов питания напрямую связано с ухудшением состояния окружающей природной среды, с одной стороны, и ростом заболеваний населения – с другой. На международном продовольственном рынке экопродукты уже заняли собственную нишу, которая неустанно расширяется. Однако на сегодняшний день рынок органических продуктов питания в России развит слабо – при всем своем огромном ресурсном потенциале на мировом рынке экопродуктов наша страна занимает лишь 0,2% [1]. Важность создания такого рынка осознают первые лица государства; производителей экопродуктов с каждым годом становится все больше, а россияне, особенно жители мегаполисов, выражают повышенный интерес к

высококачественной органической продукции и готовности ее приобретать, несмотря на дороговизну.

Целью работы являлось выявление основных причин, сдерживающих российский рынок экопродуктов. К ним относится в первую очередь отсутствие правовой базы: Федеральный Закон «О производстве органической продукции» пока существует как проект высокой степени готовности. Другими немаловажными причинами является отсутствие системы сертификации органических продуктов питания, стандартов ведения органического сельского хозяйства в нашей стране и кадастрового описания территорий, пригодных для выращивания и переработки органической продукции. Немаловажными факторами остаются низкий уровень доходов населения и неготовность сельхозпроизводителей к производству сырья для органической продукции.

Экомаркировка является составной частью российских экологических стандартов. Ее определяют как графическое отображение комплекса сведений экологического характера о товаре или услуге, означающее, что продукция оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, чем аналогичные товары, и (или) произведена с применением экологически оптимальных технологий [2]. Назначение экомаркировки заключается в распространении заинтересованными организациями экопродуктов на рынок через доведение до покупателей информации об экологичности производства продуктов питания на всех этапах жизненного цикла. Использование этикеток и деклараций ведет к снижению вредного воздействия на окружающую среду соответствующего вида продукции или услуг [3].

До отмены ГОСТа Р 51074-97 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» российские стандарты допускали использование в наименовании продуктов понятий типа: «экологически чистый», «выращенный с использованием только органических удобрений», «выращенный без применения пестицидов» и т.п. Однако несмотря на запрет, на полках магазинов до сих пор в изобилии можно найти традиционную продукцию с маркировками «Эко», «Био», «Organic», «Натуральный продукт», что должно, пресекаться законом, но, очевидно, никем не контролируется. Новый национальный стандарт ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации», введенный с 01.01.2017 г., призван стать началом честного этикетирования продуктов [4].

Важным вопросом в области производства органических продуктов питания является допустимость применения ГМО в продуктах, признаваемых как экологически безопасные. Аргентина, Канада и США такую продукцию не этикетировуют; в странах ЕС существует пороговый уровень в 0,9%; в Австралии и Японии этот порог еще выше – 5% [4]. В России вступивший в силу с 01.01.2016 г. ГОСТ Р 56508-2015 «Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортировки» запрещает ГМО в продуктах питания, и этот первый официально принятый нормативно-правовой документ в сфере производства органического продуктов гармонизирован с регламентами ЕС по органическому сельскому хозяйству [4].

В настоящее время в России пока нет признанных государством систем сертификации органических продуктов. Выполнение важной миссии в решении этой проблемы взял на себя Санкт-Петербургский Экологический союз в рамках системы экологической сертификации и маркировки «Листок жизни». Это единственная российская экомаркировка, признанная на мировом уровне, и самая узнаваемая среди российских потребителей экопродуктов в РФ [5].

Сущность методических подходов при сертификации органических продуктов заключается не только в проверке традиционных показателей качества и безопасности готового продукта, но и в рассмотрении жизненного цикла его производства. Важно подчеркнуть, что «Листком жизни» маркируются в первую очередь непищевые товары, однако данный стандарт включает также и сертификацию пищевой продукции.

В законодательных актах стран ЕС определены правила маркировки органических продуктов питания и использования экологических логотипов во избежание возможного неправильного применения и введения покупателей в заблуждение. Все продукты питания с маркировкой «Organic» должны обладать так называемой прослеживаемостью, т.е. содержать информацию о своем происхождении, в частности, о производителе, о предприятии, занимавшемся переработкой, а также об организации, контролировавшей процесс производства.

Ситуация с органической продукцией во многом определяется потребительским спросом. Так, сельскохозяйственные ассоциации Германии, где органическая продукция крайне востребована, разработали определенные стандарты, дополняющие европейские. В отличие от общеевропейских правил, стандарты Германии запрещают одновременно применять органические и традиционные методы на территории одного хозяйства. Сельскохозяйственные организации, успешно прошедшие проверку, обретают право нанесения на свою продукцию соответствующей маркировки. О высоком качестве продуктов говорят такие немецкие национальные системы экомаркировки, как Demeter, Bioland, Naturland и Bio-Siegel [2].

В России к числу территорий, благоприятных с экономической точки зрения для ведения органического сельского хозяйства, в настоящее время относятся Амурская область, Дальний Восток, отдельные районы Бурятии, Башкортостана, Забайкальского Края и Ленинградской области. Однако о качестве почв, с точки зрения их соответствия экологическим нормативам и стандартам органического земледелия, можно судить только косвенно, так как прямые источники информации отсутствуют [6].

Выполненный обзор текущей ситуации в области производства органической продукции позволяет выявить четыре основные причины, сдерживающие развитие органического рынка: слабая законодательная база; отсутствие системы сертификации; отсутствие стандартов ведения и кадастрового описания пригодных территорий; низкий уровень доходов населения, который не стимулирует спрос и потребление органической продукции.

Определенные трудности, которые пока испытывает Россия с органической маркировкой продуктов питания, также связаны и с низкой экологической мотивацией, и с экологической безграмотностью населения. При условии, если Россия возьмет на вооружение успешный опыт развитых стран в области органических продуктов питания, ее обязательно ждет успех в конкурентной борьбе за экологически безопасные и органические продукты питания.

Литература

1. Wilier H. and Lernoud J. The World of Organic Agriculture. – Research Institute of Organic Agriculture, 2017. – 336 p.
2. Смирнова Е.В. Экологическая маркировка. Руководство для бизнесменов и вдумчивых покупателей. – М.: Зеленая книга, 2012. – 128 с.
3. ГОСТ Р ИСО 14020-2011. Экетки и декларации экологические. Основные принципы. – Введен 01.07.2012. – М.: Стандартинформ, 2012. – 8 с.
4. Союз органического земледелия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sozrf.ru/>, своб.
5. Санкт-Петербургский экологический союз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecounion.ru/>, своб.
6. Шульце Э., Пахомова Н.В., Нестеренко Н.Ю., Крылова Ю.В. Рихтер К.К. Традиционное и органическое сельское хозяйство: анализ сравнительной эффективности с позиции концепции устойчивого развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2015. – Сер. 5. – Вып. 4. – С. 4–39.

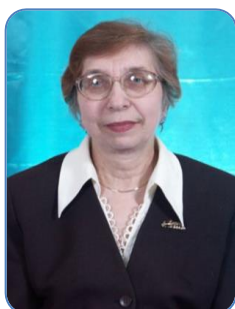
**Скобелева Ирина Игорьевна**

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, группа № Т4240

Направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: aveleboksi@gmail.com

**Красникова Людмила Васильевна**

Год рождения: 1941

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, д.т.н., профессор

e-mail: krasnikoval@yandex.ru

УДК 664-404.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН НА РОСТ СТАРТОВЫХ КУЛЬТУР В МОЛОЧНОЙ СРЕДЕ**Скобелева И.И., Красникова Л.В.****Научный руководитель – д.т.н., профессор Красникова Л.В.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 35824 «Производство ферментированных продуктов».

В работе рассмотрено влияние источников пищевых волокон, внесенных в ферментируемую молочную основу, на скорость технологического процесса производства кисломолочного напитка для геродиетического питания. В ходе исследования была рассмотрена иммобилизация клеток молочнокислых микроорганизмов на частичках гречневой муки и лигнина гидролизного.

Ключевые слова: гречневая мука, лигнин, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, геродиетическое питание.

Применение пищевых волокон в производстве функциональных продуктов питания для пожилых людей – актуальное направление в пищевой промышленности. Наиболее распространенным определением пищевых волокон считается понятие о не перевариваемых ферментами организма человека, но перерабатываемых полезной микрофлорой компонентах пищи [1].

Цель работы заключалась в исследовании влияния пищевых волокон на рост стартовых культур в молочной среде. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. обосновать выбор молочной среды;
2. обосновать выбор стартовой культуры;
3. определить зависимость скорости ферментации молочной основы от использования различных источников пищевых волокон (гречневая мука или лигнин).

Объектами исследования явились: молоко коровье ультрапастеризованное с массовой долей жира (м.д.ж.) 1,5%, стартовая культура *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, гречневая мука, лигнин.

В качестве основы было выбрано молоко с пониженной массовой долей жира по ряду признаков. Во-первых, средний химический состав, минеральные вещества, микроэлементы. Во-вторых, молоко – прекрасная сырьевая база. Молоко коровье ультрапастеризованное с м.д.ж. 1,5% было выбрано именно из-за пониженной массовой доли жира, так как основа была предназначена для получения продукта геродиетического питания.

Streptococcus salivarius subsp. thermophilus использовался как стартовая культура, его выбор основан на высокой воспроизводимости результатов исследования и коротком технологическом цикле получения продукта (3–4 ч).

Источниками пищевых волокон стали гречневая мука и лигнин гидролизный. Гречневая мука содержит в своем составе колоссальное количество пищевых волокон, которые улучшают моторику кишечника, нормализуют процесс пищеварения, помогают избежать организм от избытка токсинов и холестерина. Греча при регулярном использовании предотвращает проявление заболеваний, характерных для пожилого населения: артрит, ревматизм, атеросклероз [2].

Лигнин – вещество, характеризующее одревесневшие стенки растительных клеток. В нашем случае лигнин гидролизный был выбран в качестве антипода гречи для проверки теории об иммобилизации молочнокислых бактерий на частицах пищевых волокон, возникшей в процессе разработки кисломолочного продукта [3].

Методы исследования, использованные в работе: кондуктометрия, рН-метрия, визуальная оценка сгустков.

Измерение электропроводности среды, рН и визуальная оценка сгустков проводились каждый час.

На рисунок, а представлен график изменения электропроводности молока, ферментируемого *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*.

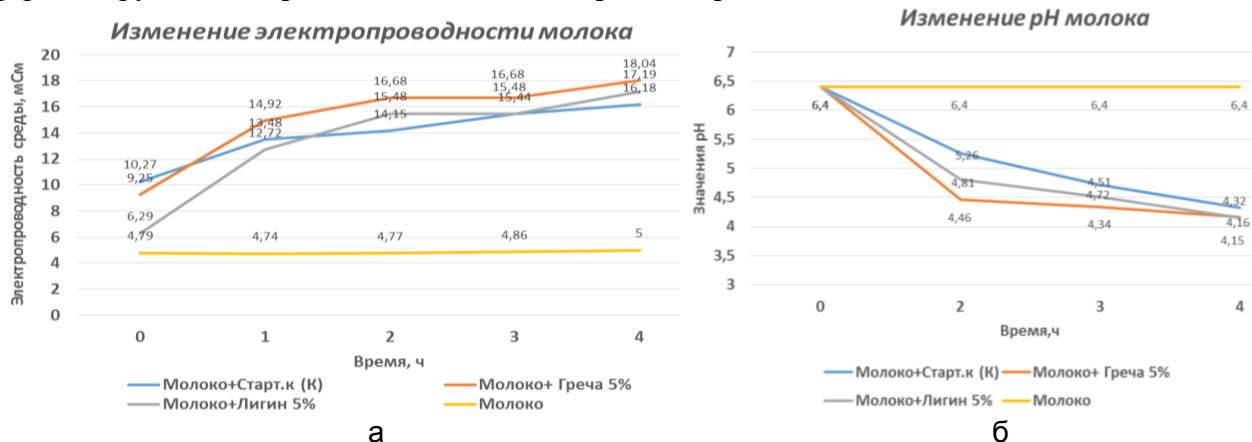


Рис. 1. Изменение электропроводности (а) и рН (б) молока, ферментируемого *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*

Графики на рисунок, а показывают, что существует зависимость скорости ферментации при использовании различных источников пищевых волокон. Причем ферментация с добавлением гречневой муки проходит более активно, и сгусток образуется уже через 2 ч, скорость образования сгустка в пробирках с лигнином отстает от гречи в основном на $1 \pm 0,5$ МСм. Скорее всего, это связано с присутствием в грече полисахаридов, влияющих на процесс ферментации. Скорость сквашивания контрольных образцов отстает во всех случаях более чем на $2 \pm 0,5$ МСм. В связи с этим можно говорить об эффекте иммобилизации. По-видимому, это связано с закреплением клеток молочнокислых бактерий на твердых носителях, способствующих активизации метаболических процессов. Таким образом, внесение пищевых волокон положительно влияет на процесс сквашивания и способствует сокращению технологического цикла [4].

Результаты рН-метрии представлены на рисунке, б, из которого следует, что снижение активной кислотности в молоке с добавлением 5% гречневой муки было более заметно, чем в образцах с 5% лигнина и в контрольном образце, что в итоге сказалось на скорости образования сгустка. Так с добавкой гречневой муки сгусток образовывался через 2–2,5 ч ферментации; с лигнином – 3–3,5 ч; в контрольном образце сгусток сформировался за 4–4,5 ч.

Визуальная оценка сгустков представлена в таблице.

Таблица. Визуальная оценка сгустков

Название/Показатель	Цвет	Отсутствие синерезиса	Характеристика сгустка
Молоко+S.th.	белый	отсутствует	ровный, без включений
Молоко+S.th.+5% гречневой муки	бежевый	отсутствует	ровный, плотный с едва заметными частицами гречневой муки
Молоко+S.th.+5% лигнина	серый	отсутствует	с заметными включениями лигнина

Сгусток с добавлением гречневой муки имел привлекательный светло-бежевый цвет и более плотную консистенцию, чем в контрольном образце.

На основе проведенного исследования был изготовлен кисломолочный напиток для питания пожилых людей с использованием гречневой муки и экстракта плодов шиповника с сахаром «Холосас». Время ферментации такого напитка составило 4 ч, вместо 6–8 ч при использовании только стартовой культуры *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*.

В заключение работы следует отметить, что:

- добавление пищевых волокон (гречи или лигнина) ускоряет процесс ферментации молока;
- эффект иммобилизации при внесении 5% гречневой муки более ярко выражен, чем при добавлении 5% лигнина;
- на основании результатов кондуктометрического анализа молочной среды видно, что внесение в молоко источников пищевых волокон повышает электропроводность среды – это свидетельствует о повышении метаболической активности стартовой культуры.

Литература

1. Черненко В.В. Метаболические эффекты пищевых волокон // Сучасна гастроентерологія. – 2005. – № 1. – С. 21.
2. Дробот В.И., Михоник Л.А., Грищенко А.Д. Продукты функционального назначения // Мир продуктов. – 2009. – № 9. – С. 6–8.
3. Леванова В.П. Лечебный лигнин. – СПб.: Изд-во ЦСТ, 1992. – 136 с.
4. Демаков В.А., Максимова Ю.Т., Максимов А.Ю. Иммобилизация клеток микроорганизмов: биотехнологические аспекты // Биотехнология. – 2008. – № 2. – С. 30.



Смазнова Евгения Сергеевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4132

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: smaznova_94@mail.ru



Орипова Азиза Алишеровна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4230

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: aziza.oripova@gmail.com



Семьина Галина Алексеевна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4230

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: semyina6gaina@gmail.com



Морозов Артём Александрович

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии
и техносферной безопасности, группа № А4205

Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность
e-mail: artemamor@mail.ru

УДК 67.03

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ «NORDENA – ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ»

Смазнова Е.С., Орипова А.А., Семьина Г.А., Морозов А.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сергиенко О.И.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

В работе рассмотрено предприятие «Nordena» по производству пищевых добавок и его технологическая схема. Оценка экологических аспектов технологии по переработке рыбных отходов позволила разработать рекомендации по повышению ресурсной эффективности и снижению себестоимости продукции. Предложены варианты развития компании, обеспечивающие ее устойчивое функционирование при расширении производства.

Ключевые слова: предприятие «Nordena», пищевые добавки, сырье, рыбные отходы, рыбоперерабатывающий завод, экологические аспекты.

Предприятие «Nordena» было основано в 2005 году в Санкт-Петербурге и специализируется на разработке и внедрении инновационных технологий для переработки рыбных отходов (рисунок, а). С 2010 г. компания производит пищевые добавки, улучшающие вкус и аромат продуктов. В 2013 г. компания запустила завод по производству различных кондитерских смесей.

Сотрудники «Nordena» проводят сертификационные и лабораторные испытания продукции в необходимом объеме, а также выступают в качестве экспертов при импорте иностранной продукции [1].

В качестве исходного сырья на предприятии используются отходы рыбопереработки: мягкие ткани и кости. Для комплексной переработки рыбных отходов, содержащих как белок, так и липидные фракции, используется технология комплексной переработки сырья, включающая ферментативный гидролиз в диапазоне температур от +70°C до +90°C, с получением рыбьего жира высокого качества, его разделением и дальнейшей переработкой. Данная технология не только позволяет получать высококачественный рыбий жир, но и предполагает комплексную, безотходную переработку сырья с получением кормов для рыб и вывоз готовой продукции. Качество получаемой продукции зависит не только от соблюдения технологии обработки сырья, но и от качества и свежести сырья перед обработкой (рисунок, б).

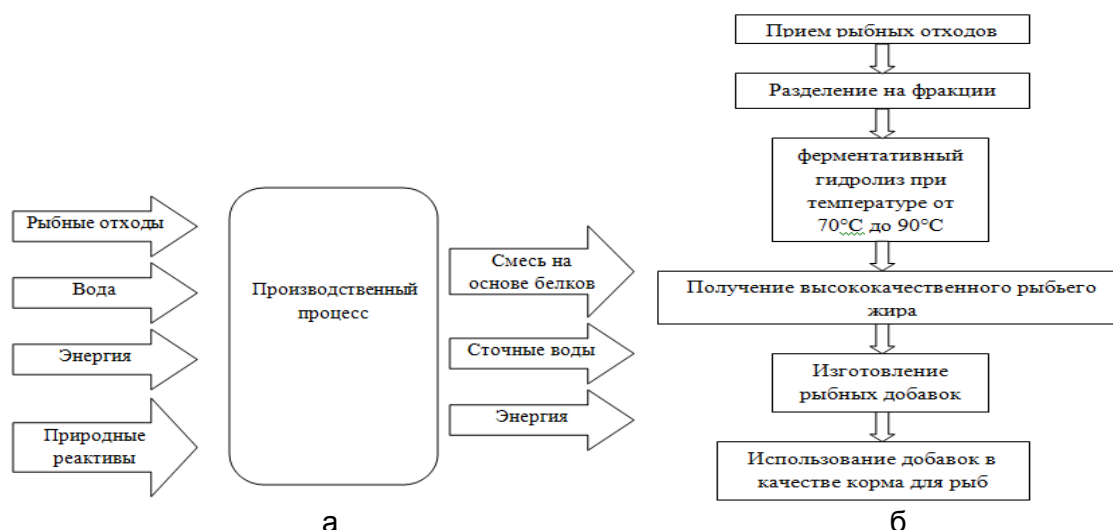


Рисунок. Входные и выходные потоки при обработке рыбных отходов (а); технология производства пищевых добавок (б)

Комплексная переработка рыбного сырья обладает определенными экологическими аспектами: образование сточных вод и отходов упаковочных материалов, транспортировка отходов и готовой продукции [2].

Транспортировка отходов и готовой продукции в компании «Nordena» практически отсутствует, благодаря тому, что ее производственные подразделения находятся на производственных площадках рыбоперерабатывающих заводов, откуда непосредственно и поступает сырье.

«Nordena» производит в день около 100 т белка на основе добавок, и планирует расширять свое производство в будущем. Увеличение объемов производства и количества потребителей может потребовать дополнительные перевозки, приобретение или аренду автотранспорта и увеличение транспортных издержек. Неизбежное негативное влияние автотранспорта на окружающую среду можно снизить за счет использования биотоплива.

Сточные воды, образующиеся в помещении поставщиков при переработке рыбных отходов с получением белка, являются ответственностью «Nordena». Сточные воды не имеют критических превышений по ХПК, БПК и взвешенным веществам. Поступление органических веществ в сточные воды происходит в процессе мойки оборудования. Сточные воды поступают на очистные сооружения перерабатывающей компании-поставщика отходов и проходят три стадии обработки: механическая, физико-химическая (коагуляция) и фильтрация. Для уменьшения экологических аспектов, связанных со сточными водами, необходим автоматизированный контроль за работой очистных сооружений и мониторинг качества воды после очистки.

Упаковочные материалы, в качестве которых в настоящее время в компании используются пластиковые пакеты, для исключения образования пластиковых отходов, предлагается заменить пакетами из крафт-бумаги. Крафт-бумага представляет собой прочный упаковочный материал, который обладает долговечностью, водонепроницаемостью и экологичностью [3].

В настоящее время технологии «Nordena» размещаются на производственных площадках заводов по переработке рыбы, при этом сырье компания получает непосредственно от поставщиков. Заводы по переработке рыбопродукции, как правило, получают сырье из собственных хозяйств, и поэтому являются основными потребителями продукции «Nordena».

При расширении производства «Nordena» можно выделить три варианта дальнейшего развития и появления экологических аспектов.

Во-первых, «Nordena» может продолжать внедрять новые технологии на производственных площадках рыбоперерабатывающих заводов или продавать свои технологии компаниям. При этом «Nordena» не будет нуждаться в транспортировке сырья. На данном этапе проблемы могут возникнуть в следующем: если объемы производства продукции будут расти,

«Nordena» будет вынуждена продавать свою продукцию новым клиентам, т.е. у нее возникнут транспортные издержки и соответствующие экологические аспекты.

Во-вторых, «Nordena» может открыть собственное производство и собирать сырье от каждого рыбоперерабатывающего завода по отдельности. При этом «Nordena» столкнется с проблемами, связанными с транспортировкой отходов, а также с выбором оптимального места для производства. Известно, что рыбные отходы являются скоропортящимися, и их необходимо транспортировать очень быстро, в противном случае появляется неприятный запах. Собственное производство потребует реализации плана мероприятий по охране окружающей среды, включая работу очистных сооружений для сточных вод, создания эффективной системы вентиляции и обеспечения комфортных условий труда для работающих.

В-третьих, «Nordena» может комбинировать перечисленные варианты развития, чтобы уменьшить производственные потери, повысить ресурсную эффективность и максимально снизить негативное воздействие на окружающую среду. Для окончательного выбора варианта устойчивого развития компании необходима разработка бизнес-плана с проведением технико-экономического анализа и маркетингового исследования.

Литература

1. Сайт компании «Nordena» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nordena.ru>, своб.
2. Петрова И.Б., Клименко А.И. Комплексная переработка рыбоперерабатывающих заводов: обзор // Молодой ученый. – 2012. – № 9. – С. 61–64.
3. Производство краф пакетов и мешков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://punkti-priema.ru/articles/proizvodstvo-kraft-paketov-i-meshkov>, своб.



Соковнин Евгений Леонидович

Год рождения: 1993

Факультет пищевой биотехнологии и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, группа № Т4237

Направление подготовки: 15.04.02 – Технологические машины и оборудование

e-mail: evgeniyevg@mail.ru

УДК 66-963

РАЗРАБОТКА СПОСОБА КОНСЕРВИРОВАНИЯ СЫВОРОТКИ, ОБРАБОТАННОЙ УЛЬТРАЗВУКОМ

Соковнин Е.Л.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Верболоз Е.И.

Целью исследования являлось создание ультразвукового оборудования, которое совместно с пульсирующим магнитным полем, позволяет существенно повысить окислительную и механическую устойчивость белково-жировых эмульсий для производства хлеба.

Ключевые слова: белково-жировые эмульсии, неодимовые магниты, ресурсосбережение, стойкость эмульсии.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- разработать систему необходимых показателей качества создаваемых белково-жировых эмульсий и соответствующих методов их определения;
- определить рациональные технологические режимы ультразвуковой и магнитной обработки модельных образцов эмульсий на основе оценки их показателей качества и стабильности при хранении;
- разработать экспериментальную установку и методику снятия параметров;

- изучить влияние выбранных технологических параметров обработки на особенности эмульгирования эмульсий предложенного состава;
- определить целесообразность применения стабилизаторов при создании эмульсий;
- разработать комплект технической документации на оборудование для производства стойких белково-жировых эмульсий;
- определить экономическую эффективность использования эмульсий, полученных ультразвуковым методом с применением магнитного поля.

В настоящее время в промышленности применяются традиционные методы создания эмульсий, которые приблизились к пределу совершенства, и необходимо внедрение новых способов и технологий, повышающих качество продуктов [1, 2].

В большинстве случаев эмульсии получают диспергированием. Тип эмульсий зависит от порядка смешения фаз, природы и способа введения эмульгатора, техники эмульгирования. Если желательно получить эмульсию масло в воде (М/В), то масляную фазу по частям добавляют к воде, причем сыворотку растворяют перед смешиванием фаз либо в воде, либо в масляной фазе. Системы вода в масле (В/М) непосредственно образуются при добавлении воды в масляный раствор эмульгатора. Эти условия выполняются только при введении небольших количеств дисперсной фазы. В противном случае может произойти обращение фаз, т.е. дисперсная фаза станет дисперсионной средой. В ходе проведения экспериментов, авторам было необходимо строго соблюдать нужные пропорции, для чего использовались весы, стаканы и мерные колбы. Помимо этого, использовался как дополнительное оборудование телефон вместо секундомера. Также некоторые эмульгаторы были нагреты до определенных температур для обеспечения должного результата. Хотелось бы обратить внимание на то, что авторами достаточно долго испытывались различные пропорции эмульгаторов. Также пробовали разные температуры, при которых предполагался положительный результат.

Учитывая имеющийся опыт использования кислотных реагентов, при выборе эмульсирующего агента руководствовались следующими требованиями:

1. агент должен обладать высокой комплексообразующей способностью по отношению к металлам переменной валентности и высокой способностью снижать межфазное натяжение на границе раздела фаз «нерафинированное масло – гидратирующий агент»;
2. быть экологически безопасным;
3. быть доступным с экономической точки зрения.

Из множества агентов остановились на вторичном продукте переработки молочной промышленности – молочной сыворотке.

На основании проведенных исследований разработана технология и подобрана ультразвуковая аппаратура для гидратации нерафинированных подсолнечных масел с получением высококачественных стойких эмульсий, обогащенных протеином [3–5].

Научно и экспериментально обоснован выбор водного раствора молочной сыворотки в качестве гидратирующего агента, эффективность которого обусловлена присутствием органических кислот, обладающих высокой комплексообразующей способностью. При этом для приготовления эмульсии смешивали 12% масла подсолнечного, 3% подсолнечных фосфатидов, 85% водного раствора творожной сыворотки (1 часть сыворотки+7 частей воды).

100 г готовой эмульсии содержит 12 г масла растительного, 3 г подсолнечных фосфатидов, 12 г сыворотки и 73 г воды. В течение 6 мин обработки получался сметанообразный продукт, исключительно стойкий к расслаиванию и окислению кислородом воздуха, особенно при температуре хранения +6°C.

Использование водного раствора молочной сыворотки в качестве гидратирующего агента позволяет максимально снизить межфазное натяжение с 10–12 мН/м до 2,8–3,2 мН/м за счет повышения поляризуемости фосфолипидов, и, соответственно, увеличить

степень их гидратируемости до 80% – а это долговечность эмульсии. Применение дополнительно магнитов еще увеличивает степень гидратируемости жиров до 95%.

Экспериментально отработана методика пробной гидратации нерафинированного подсолнечного масла, позволяющая по удельной проводимости эмульсии оперативно устанавливать эффективные режимы гидратации фосфолипидов.

Показано, что смешивание нерафинированного подсолнечного масла и гидратирующего агента – водного раствора молочной сыворотки в присутствии незначительного количества фосфатидов ультразвуковым активатором с магнитами интенсифицирует процесс получения эмульсии до нескольких минут, а размер жировых шариков приближается к таковым в свежем молоке.

Фосфолипидная эмульсия, полученная в результате гидратации нерафинированного масла водным раствором молочной сыворотки, обладает значительно большей относительной устойчивостью по сравнению с фосфолипидной эмульсией, полученной в результате гидратации нерафинированного масла по традиционной технологии.

В результате лабораторных исследований разработана техническая документация на оборудование и технологию производства стойкой эмульсии из гидратированного подсолнечного масла, обогащенной протеином, включающая процесс гидратации растительных масел с применением метода магнитно-ультразвуковой активации пульсирующим магнитным полем, последующую выдержку и закрепление связей при пониженном температурном режиме [6–8].

Литература

1. Рогов И.А., Горбатов А.В. Физические методы обработки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 584 с.
2. Пашенко В.Н., Герасименко Е.О., Белина Н.Н., Миракова Т.Ю. Влияние электростатического поля на гидратируемость фосфолипидных мисцелл // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2013. – № 1. – С. 37–39.
3. Антуфьев В.Т. и др. Способ и устройство получения белково-жировой эмульсии. Заявка на полезную модель РФ 2016117454/13. – Опублик. 04.06.2016.
4. Соковнин Е.Л., Верболоз Е.И. Обработка ультразвуком как метод пролонгирования сроков хранения жировых эмульсий на сыворотке // XLVI научная и учебно-методическая конференция Университета ИТМО. Программа. – СПб.: Университет ИТМО. – С. 155.
5. Багров А.А., Мартовщук В.И. Высокоэффективная технология гидратации растительных масел с применением сверхвысоких сдвиговых усилий // Международная научно-практическая конференция «Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции». – 2010.
6. Муллакаев М.С., Абрамов В.О., Волкова Г.И., Прозорова И.В., Юдина Н.В. Исследование влияния ультразвукового воздействия и химических реагентов на реологические свойства вязких нефтей // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2010. – № 5. – С. 31–34.
7. Кожевников В.И., Дементьев В.Б., Саламатов Е.И., Аксенова В.В., Геровская Г.А., Канунникова О.М. Влияние магнитного поля и ультрафиолетового излучения на структурное состояние и биологическую активность оливкового и льняного масел // Химическая физика и мезоскопия. – 2012. – Т. 14. – № 4. – С. 599–603.
8. Распопов Д.С., Верболоз Е.И., Антуфьев В.Т. Влияние пульсирующего магнитного поля и ультразвука на стойкость хлебопекарной эмульсии // Сб. тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://openbooks.ifmo.ru/ru/file/4013/4013.pdf>, своб.

**Ступников Александр Вадимович**

Год рождения: 1992

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра экологии и техносферной безопасности, группа № А4205

Направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность

e-mail: avstupnikov@corp.ifmo.ru

УДК 502.057

РАЗРАБОТКА ДАТЧИКОВ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА АРХИВНЫХ, ПОДВАЛЬНЫХ И ЧЕРДАЧНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**Ступников А.В.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Кустикова М.А.**

В работе изучались проблемы мониторинга температурно-влажностного режима помещений, различные виды первичных преобразователей и датчиков для отслеживания температуры и влажности. Выполнен анализ существующих элементных решений данной проблемы. Определены дальнейшие перспективы по работе в данной области.

Ключевые слова: температурно-влажностный режим, первичный преобразователь, датчик, мониторинг.

Введение. Температурно-влажностный режим воздуха является одним из основных технологических параметров в жилых и производственных помещениях и в общественных зданиях. Влажность воздуха – это один из факторов, определяющих самочувствие человека и условия комфорта для него. Регулирование влажности воздуха (наряду с другими его параметрами) необходимо во всех установках для создания искусственного климата, начиная с лабораторных камер-гигростатов вплоть до современных фитотронов. В промышленности актуальны задачи контроля и регулирования влажности воздуха в складских и производственных помещениях, связанных с гигроскопическим сырьем, полуфабрикатами и готовыми изделиями (пищевая, текстильная, бумажная, полиграфическая, кино-фотоматериалов и другие отрасли промышленности), на некоторых машино- и приборостроительных предприятиях (для предотвращения коррозии изделий, создания необходимых условий при сборке и испытаниях приборов), в промышленности полупроводниковых материалов и приборов, электронной и т.д. [1].

Цель работы – разработка автоматизированной системы мониторинга температурно-влажностного режима помещений Санкт-Петербурга.

Задачи:

- провести литературный обзор по данной теме;
- изучить существующие методы контроля температурно-влажностного режима помещений, используемые в настоящий момент на территории Санкт-Петербурга;
- разработать рекомендации по выбору технической и элементной базы для системы мониторинга;
- спроектировать систему и предоставить первоначальную модель.

Температурно-влажностный режим – это один из физических параметров, характеризующих микроклимат помещений. Влажность воздуха в помещении зависит от различных факторов: влажности наружного воздуха; интенсивности воздухообмена; эксплуатационных влаговыведений, а следовательно, и от плотности заселения; влажностного состояния ограждений. Обычно из-за наличия эксплуатационных

влажновыделений абсолютная влажность воздуха в помещении больше абсолютной влажности наружного воздуха. Влияние влажности материалов ограждений на влажность воздуха помещений может значительно ослабляться эксплуатационными мероприятиями (отоплением, проветриванием), в особенности при наружных температурах, более высоких, чем расчетные. Относительная влажность жилых помещений колеблется от 30 до 50%, а абсолютная – от 6 до 8%.

В данный момент для отслеживания температурно-влажностного режима помещений в Санкт-Петербурге используется ряд приборов и систем, начиная от магнитных термогигрометров [2], и заканчивая автоматизированной системой контроля Hanwell [3]. В большинстве своем, данные приборы и системы используются для мониторинга музейных и архивных помещений. Однако жилищным комитетом Санкт-Петербурга была поставлена задача – разработать подобную систему для мониторинга подвальных и чердачных помещений жилых зданий. Авторами был произведен анализ существующей элементной базы датчиков влажности и температуры и были выбраны несколько датчиков, отвечающих их требованиям.

Основные характеристики элементной базы для данной работы представлены в таблице [4].

Таблица. Основные характеристики элементной базы

Тип датчика	H200M и H300M	H500M	H600M
Тип чувствительного элемента для определения влажности	Резистивный	Емкостной	Емкостной
Чувствительный элемент для определения температуры	Терморезистор 50 кОм	Терморезистор 50 кОм	Терморезистор 50 кОм
Диапазон измеряемой влажности	10–95%	0–100%	0–100%
Основная погрешность	±5%	±4%	±4%
Напряжение питания	5 В±5%	5 В±2%	5 В±2%
Диапазон выходного напряжения	0~3,0 В	0,38~0,68 В	0,38~0,68 В
Ток потребления	Не более 5 мА	Не более 1,5 мА	Не более 1,5 мА
Рабочий диапазон t	От 0 до +60°C	От 0 до +50°C	От –20 до +70°C
Размер	34×22×13 мм	34,5×22×12 мм	34,5×22×12 мм

Для осуществления дальнейшей работы необходимо произвести дополнительные экономические расчеты, а также рассчитать параметры системы, отвечающие за коммуникацию и предоставление данных конечному потребителю.

Литература

1. Берлинер М.А. Электрические измерения, автоматический контроль и регулирование влажности. – М.: Энергия, 1965. – 488 с.
2. Иванченко О.И., Катушкин В.П. Сорбционно-резистивный термогигрометр // Научное приборостроение. – 2007. – Т. 17. – № 2. – С. 94–95.
3. Environmental Condition Sensor. Catalog 15. Micro Switch Honeywell. USA, 2000. – 155 р.
4. Датчики фирмы «Honeywell». Библиотека электронных компонентов. – Вып. 15. – М.: Додэка, 2000. – С. 18–21.

**Тазитдинов Рамиль Рашитович**

Год рождения: 1992

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, аспирант

Направление подготовки: 13.06.01 – Электро- и теплотехника

e-mail: t.r_92@mail.ru

**Круглов Алексей Александрович**

Год рождения: 1974

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, к.т.н., доцент

e-mail: al-x-kru@yandex.ru

УДК 621.56/.59

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ БИНАРНОГО ЛЬДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ В ВАКУУМНО-ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКЕ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ЕГО СВОЙСТВ**Тазитдинов Р.Р., Круглов А.А.****Научный руководитель – к.т.н., доцент Круглов А.А.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615876 «Повышение энергетической эффективности и экологической безопасности систем хладоснабжения и кондиционирования».

В работе рассмотрено влияние скорости потока, размеров кристаллов льда и их концентрации в смеси, на теплофизические и гидродинамические свойства бинарного льда. Приведен график зависимости скорости откачивания водяного пара при различных тепловых нагрузках и концентрациях льда, в вакуумно-выпарной установке для производства бинарного льда. Выбраны параметры бинарного льда для дальнейших исследований.

Ключевые слова: бинарный лед, жидкий лед, хладоноситель, вакуумно-выпарная установка, ice slurry.

Бинарный лед представляет собой двухфазную смесь, состоящую из мелких частиц льда и жидкости. Массовая доля льда варьируется в диапазоне от 5% до 30%. Жидкость может быть в виде чистой воды или водного раствора.

Популярность бинарного льда растет, что, прежде всего, обусловлено его теплофизическими и экологическими свойствами. А предъявляемые экологические требования к холодильной технике, ограничение применения хладонов (CFC, CHFC и HFC), возобновили интерес к вакуумно-выпарным холодильным машинам.

При производстве бинарного льда самым важным и энергозатратным процессом является генерация кристаллов льда. Размер, форма, шероховатость и концентрация ледяных кристаллов определяют теплофизические и гидродинамические свойства бинарной смеси в целом. В связи с этим актуально определение оптимальных параметров кристаллов льда при производстве бинарной смеси.

Для безопасной и эффективной работы системы, структура потока бинарного льда должна быть однородной, что предполагает равномерное распределение концентрации кристаллов по сечению трубы. Структура потока смеси зависит от свойств жидкой фазы; плотности, диаметра, формы и концентрации кристаллов льда; диаметра трубы;

распределения скоростей жидкой и твердой фазы; и трения, возникающего при перекачивании смеси. Эти параметры в основном описывают картину течения двухфазной жидкости. Понятно, что распределение скоростей сильно связано с распределением концентрации льда и наоборот.

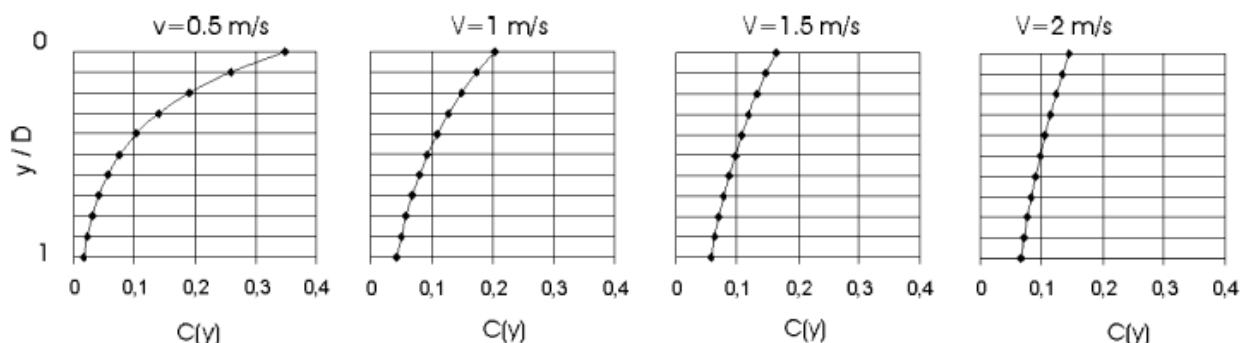


Рис. 1. Изменение концентрации льда по сечению трубы (концентрация льда 10%; диаметр трубы 27,2 мм; средний диаметр частицы льда 1 мм) [1]

Из рис. 1 видно, что при скорости 2 м/с структура потока бинарной смеси однородная, так как концентрация частиц льда равномерно распределена по сечению трубы. При уменьшении скорости поток становится неоднородным, в верхней части трубы концентрация частиц льда значительно выше. С увеличением массовой доли льда, при том же диаметре трубы, переход от однородного к неоднородному потоку происходит раньше.

Когда поток близок к однородному, влияние диаметра частиц льда и диаметра трубы на вязкость незначительно (рис. 2, а); при низких скоростях, например, 0,75 м/с, это влияние существенно выше (рис. 2, б).

Результаты исследований, опубликованных в [2], показывают наличие критической концентрации кристаллов льда в бинарной смеси. Эксперимент проводился при массовом расходе бинарной смеси от 0,12 до 0,7 кг/с, что соответствует скорости потока от 0,32 до 1,84 м/с, и температуре охлаждаемой воды 10°C.

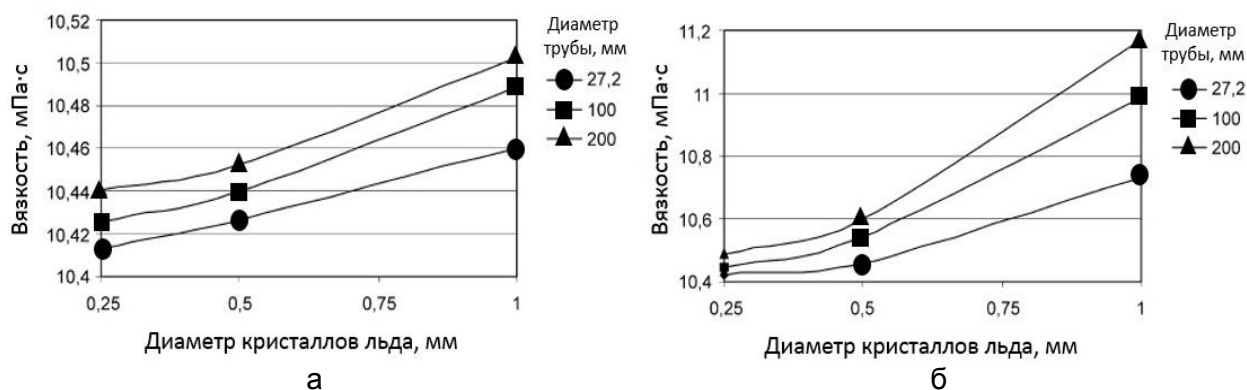


Рис. 2. Зависимость вязкости бинарного льда (концентрация льда 20%) при различных диаметрах труб и кристаллов льда: при скорости потока 2 м/с (а); при скорости потока 0,75 м/с (б)

Можно отметить, что при постоянной скорости потока с увеличением концентрации происходит небольшое возрастание падения давления. При критической концентрации льда потери давления достигают минимального значения, а затем увеличиваются быстрыми темпами (рис. 3, а). Критическая концентрация зависит от скорости потока и увеличивается от 3 до 18%, при скоростях от 0,32 до 1,84 м/с.

Картина изменения коэффициента теплопередачи аналогична изменению потерь давления (рис. 3, б).

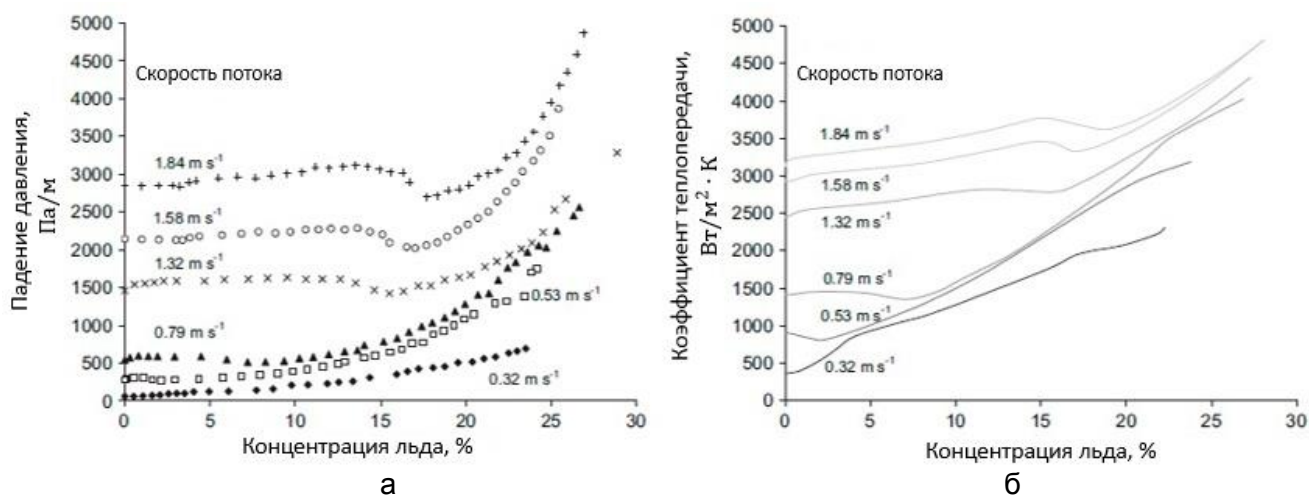


Рис. 3. Влияние концентрации льда и скорости потока на: потери давления (а); коэффициент теплопередачи (б)

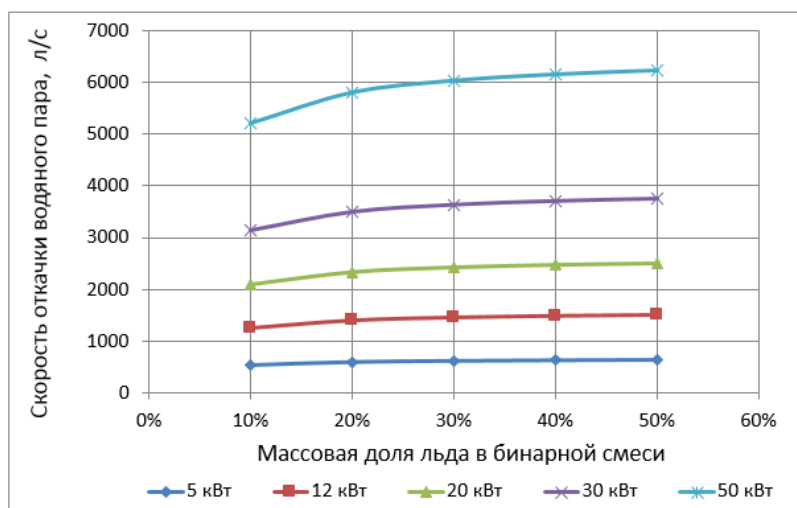


Рис. 4. Влияние массовой доли льда в бинарной смеси на скорость откачки водяного пара при различных тепловых нагрузках

Одной из основных характеристик, влияющих на энергетическую составляющую вакуумно-выпарной установки для получения бинарного льда, является скорость откачки водяного пара. На основе модели, описанной в работе [3], были выполнены расчеты этой величины. Из рис. 4 видно, что скорость откачки водяного пара возрастает при увеличении тепловой нагрузки и массовой доли льда в бинарной смеси. Можно отметить, что увеличение массовой доли льда при малых тепловых нагрузках (до 5 кВт) оказывает незначительное влияние на скорость откачки водяного пара. При нагрузках от 12 кВт до 50 кВт виден заметный рост требуемой скорости откачки водяного пара при увеличении массовой доли льда с 10% до 20%. Из этого можно сделать вывод, что с энергетической точки зрения более выгодно производить бинарную смесь с массовой долей льда более 20%.

На основе исследований свойств бинарного льда можно выбрать следующие параметры бинарной смеси для получения в вакуумно-выпарной установке (таблица).

Таблица. Свойства бинарного льда при выбранных параметрах

Наименование	Значение	Ед. измерения
Параметры бинарного льда		
Концентрация льда	20	%
Размер кристаллов льда	0,5	мм
Скорость потока	1,5	м/с
Теплофизические и гидродинамические свойства		
Коэффициент теплопередачи	2900	Вт/(м ² ·К)
Потери давления при перекачивании	2100	Па/м
Динамическая вязкость	10,5	мПа·с

Литература

2. Kitanovski A., Poredos A. Concentration distribution and viscosity of ice slurry in heterogeneous flow // J Refr. – 2002. – V. 25(6). – P. 827–835.
3. Bedecarrats J.-P., Strub F. and Peuvrel C. Thermal and hydrodynamic considerations of ice slurry in heat exchangers // International Journal of Refrigeration. – 2009. – V. 32(7). – P. 1794–1800.
4. Круглов А.А., Тазитдинов Р.Р. Описание расчетной модели установки для получения «бинарного льда» методом вакуумно-выпарной кристаллизации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Холодильная техника и кондиционирование. – 2016. – № 3. – С. 26–35.



Татаренко Юлия Валентиновна

Год рождения: 1975

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, к.т.н., доцент
e-mail: lavrtat@mail.ru



Данилова Алла Константиновна

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, группа № W4215

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения
e-mail: allukha@rambler.ru

УДК 621.515

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ХОЛОДИЛЬНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРАХ

Татаренко Ю.В., Данилова А.К.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Татаренко Ю.В.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

В работе рассмотрены современные методы получения численных характеристик ступеней холодильных центробежных компрессоров (ХЦК) на примере программного комплекса Numesa. Приводится описание основных оболочек для импортирования геометрии ХЦК, генерации сетки на основании импортированной геометрии и преобразование полученных результатов численного моделирования. Данный пакетный комплекс обладает рядом достоинств по сравнению с другими CFD-комплексами, а именно понятный интерфейс, и все термины, с которыми приходится сталкиваться, привычны для исследователя, работающего в турбомашиностроении.

Ключевые слова: математическая модель, проектирование, сетка, программный комплекс, турбокомпрессор.

Как известно на предприятиях, которые специализируются на разработке и изготовлении турбохолодильных машин, за многие годы накоплен большой экспериментальный материал, на основании которого и создавались различные типоразмеры турбокомпрессоров. Чаще всего он представлен в виде характеристик модельных ступеней, фрагментов характеристик или параметров отдельных режимов работы полноразмерных машин [1]. В настоящее время физический эксперимент требует создания сложной и дорогостоящей экспериментальной базы, а также длительного времени для подготовки и проведения опытов, поэтому необходимо искать новые способы для получения и оптимизации уже созданных ступеней холодильных центробежных компрессоров (ХЦК). С одной стороны, можно воспользоваться методом математического моделирования, который является весьма актуальным при сложившейся экономической ситуации в настоящее время, но с помощью полученных в результате данных невозможно увидеть, что происходит внутри ступени. Таким образом, авторы приходят к тому, что необходимо использовать новые пакетные продукты для расчета численных характеристик ХЦК.

На данный момент предприятия, занимающиеся проектированием и изготовлением турбомашин, в основном апробированы на несколько пакетных продуктов, а именно – Numesa и Ansys [2–4].

При проектировании нового ХЦК или оптимизации ступени ХЦК необходимо придерживаться следующей последовательности:

1. создание модели и импорт ее в программный комплекс;
2. построение и генерация расчетной сетки;
3. визуализация;
4. запуск решателя;
5. анализ полученных данных и корректировка созданной модели.

В работе более подробно остановились на программном комплексе Numesa, и внимание было обращено на очевидные положительные стороны данного комплекса. Программный комплекс Numesa содержит программу Fine/Turbo – для CFD-моделирования турбомашин.

Программа Fine/Turbo может моделировать вязкие/невязкие, сжимаемые/несжимаемые вещества (имеется встроенная библиотека рабочих веществ NIST, также возможно задавать любые рабочие вещества вручную через процентный состав всех составляющих смеси), ламинарные и турбулентные течения газа, ламинарно-турбулентный переход, стационарные и нестационарные течения.

На определенных этапах численного моделирования используются следующие программные оболочки – AutoBlade, AutoGrid, CFView.

AutoBlade – комплекс, позволяющий импортировать спроектированную геометрию турбокомпрессора, отображать ее в графическом режиме, используя термины турбомашиностроения (хорда, углы входа и выхода и т.п.).

AutoGrid – автоматический блочно-структурированный сеточный генератор проточных частей лопаточных машин. Комплекс с прямой интеграцией с AutoBlade. Данный комплекс предоставляет возможность генерации сеток со сложными

геометрическими особенностями проточных частей. Важно отметить, что созданные в данном комплексе сгенерированные сетки возможно использовать и в других CFD-программных комплексах. Общий вид окна программы AutoGrid с построенной расчетной сеткой представлен на рис. 1. Программа позволяет визуализировать качество построенной сетки в виде таблицы и диаграммы, представленные на рис. 2.



Рис. 1. Скрин окна программы AutoGrid с построенной расчетной сеткой

CFView – комплекс для визуализации решения (отображение качественных и количественных характеристик производимых расчетов).

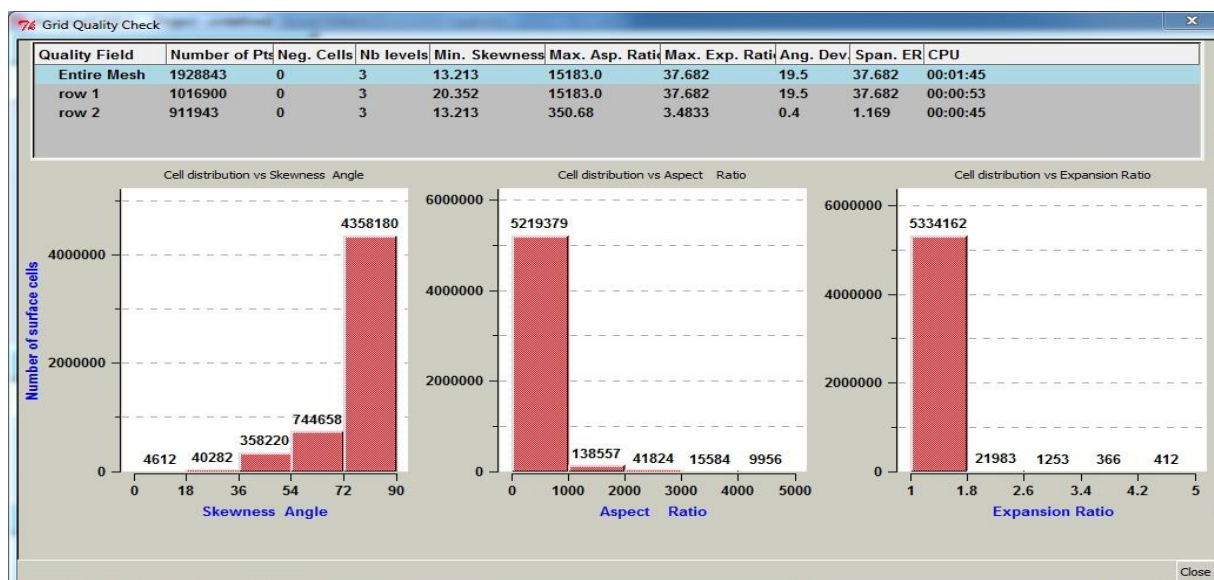


Рис. 2. Визуализация качества построенной сетки

NLN – данный метод применяется для быстрого получения нестационарного решения для многоступенчатых турбомашин.

С помощью данных программных комплексов можно проанализировать только работу турбохолодильной машины, а как мы помним, холодильная машина еще содержит теплообменные аппараты и регулирующее устройство. Не стоит забывать, что массогабаритные и энергетические показатели зависят и от теплоэнергетической эффективности самих теплообменных аппаратов. В связи с этим необходимо оценивать вновь создаваемые холодильные

машины с турбокомпрессорами с учетом всего оборудования, а для этого должен быть применен аппарат математического моделирования с целью создания математической модели холодильной машины с турбокомпрессором.

Кроме того, простота пользовательского интерфейса, логическое использование вложенных программ делает комплекс Fine/Turbo привлекательным для использования в учебном процессе, чтобы студенты могли получить современные знания для проектирования и оптимизации ступеней ХЦК.

Литература

1. Бухарин Н.Н. Моделирование характеристик центробежного компрессора. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1983. – 214 с.
2. Басов К.А. Ansys: справочник пользователя – М.: ДМК Пресс, 2014. – 640 с.
3. Басов К.А. Ansys для конструкторов. – М.: ДМК Пресс, 2012 – 248 с.
4. Батурин О.В., Морозов И.И., Матвеев В.Н. Расчет течений жидкостей и газов с помощью универсального программного комплекса. Часть 3. Работа в программе Fluent. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2008. – 115 с.



Татаренко Юлия Валентиновна

Год рождения: 1975

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, к.т.н., доцент
e-mail: lavrtat@mail.ru



Коровин Антон Витальевич

Год рождения: 1986

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, группа № W4115

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения
e-mail: anton5042@mail.ru



Остапенко Максим Федорович

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, группа № W4115

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения
e-mail: maks_07@mail.ru

УДК 621.57

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Татаренко Ю.В., Коровин А.В., Остапенко М.Ф.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Татаренко Ю.В.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

В работе рассмотрены основные тенденции в развитии холодильной индустрии. Приведена классификация промышленного холодильного оборудования. Рассмотрены основные направления в развитии компрессоров большой мощности, а именно применение электромоторов с постоянными магнитами. Подробно рассмотрена конструкция лепестковых газодинамических подшипников. Представлен один из ведущих российских разработчиков и производителей контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации – фирма ОВЕН. Для решения основных проблем необходимо объединение усилий всех заинтересованных структур (производителей и потребителей холода, ученых, представителей власти) в разработке долгосрочной научно-технической программы развития холодильной промышленности.

Ключевые слова: холодильная промышленность, индустрия, компрессоры, ротор, подшипники.

Настоящее время – не самое лучшее для холодильной промышленности, что более усугубилось с введением санкций против Российской Федерации. В работе рассмотрены инновационные решения, принимаемые как в Российской Федерации, так и за рубежом. Для этого необходимо было произвести разделение «промышленного холодильного оборудования» на две группы. Первая группа – это индустрия производства компонентов для холодильных установок (компрессоры, теплообменное оборудование, приборы холодильной автоматики, линейные компоненты, электронные управляющие блоки и системы, электрооборудование, трубопроводы, фитинги, масла, хладагенты и другое). Вторая группа – это индустрия производства непосредственно холодильных установок из компонентов, указанных выше.

Сегодня на рынке холодильного оборудования присутствует огромное количество разных производителей [1]. Самыми известными, конечно же, являются западноевропейские компании, оборудование которых отличается высоким качеством исполнения и современным дизайном. Цены на оборудование также находятся на высоком уровне.

Появляются новые технические тенденции в разработке компрессоров большой мощности. Одна из самых заметных новейших тенденций в конструировании компрессоров большой мощности – внедрение частотно-регулируемых приводов (VFD-моторов). В компрессорах большой мощности вслед за устройствами ротационного и спирального типов стали применяться электромоторы с постоянными магнитами (РМ-двигатели). Еще одним направлением развития сегмента компрессоров большой мощности является сочетание РМ-двигателей с технологией безмасляного подвеса ротора, который представлен на рис. 1.



Рис. 1. Центробежный компрессор с магнитным подвесом вала с крыльчаткой и РМ-мотором, соединенными напрямую

Привод третьего поколения Trane Adaptive Frequency (AFD3) является полностью интегрированным приводом компрессора с изменяемой скоростью вращения. В его основе лежит двигатель на постоянном магните и блоком контроллера Tracer AdaptiView, который

оптимизирует эффективность работы чиллера через регулирование скорости компрессора и управление положением лопаток. Надежная конструкция AFD3 может эффективно работать при провалах напряжения в электрической сети, бросках напряжения и при других дисбалансах в питающем напряжении, обеспечивая надежную работу чиллера.

Магнитные подшипники обеспечивают отсутствие потерь на трение по сравнению с обычными подшипниками и отсутствие контура смазки и сопутствующего оборудования (масляный насос, масляный фильтр, масляный нагреватель и т.д.). Однако при этом возникла задача правильной остановки вала компрессора, особенно в экстренных случаях. В нормальном режиме часть энергии вращения отбирается и накапливается внутри ротора, когда электропитание пропадает, предварительно накопленная энергия поступает на подшипники и панель управления. К тому времени, как накопленная энергия рассеется, ротор компрессора достигнет практически нулевой скорости вращения и ляжет на вспомогательные опоры.

Традиционная схема лепесткового газодинамического подшипника (ГДП) изображена на рис. 2. В корпусе подшипника выполнены продольные пазы, в которых закреплены изготовленные из пружинной стали лепестки (показаны красным цветом на рис. 2, а), образующие непрерывную поверхность, составленную из клиньев. Когда вал неподвижен, лепестки за счет упругости касаются поверхности вала и поддерживают его в подвешенном состоянии (рис. 2, в). При начале вращения вала на лепестках под воздействием эффекта Бернулли возникают аэродинамические силы. С увеличением частоты вращения эти силы растут, пока их величина не становится достаточной для отделения лепестков от вала (рис. 2, б). Отсутствие контакта лепестков с валом позволяет реализовать очень большие скорости вращения [2]. Однако у ГДП имеются и существенные недостатки. При каждом старте и торможении происходит износ антифрикционного покрытия, которое наносится на поверхность лепестков, контактирующих с валом, поэтому ресурс такой опоры прямо зависит от режима работы и количества стартов и торможений.



Рис. 2. Типичная конструкция лепесткового газодинамического подшипника: общий вид (а); подшипник в рабочем состоянии (б); подшипник при неподвижном валу (в)

Компания ОВЕН – ведущий российский разработчик и производитель контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации для различных отраслей промышленности. Компания имеет собственное производство с современным оснащением для серийного выпуска приборов, а также лабораторию для разработки новых и современных приборов. Есть многоступенчатая система испытаний и тестирования изделий: на соответствие метрологическим характеристикам и климатическим нормам, ЭМС и помехоустойчивость, прочность и виброустойчивость.

К сожалению, современных технологий в Российской Федерации (РФ) в области теплообменного оборудования на данный момент нет. Проведенные исследования показали, что собирают изделия почти целиком из комплектующих, изготовленных за рубежом, или выпускают теплообменники по зарубежным технологиям, но с учетом российского опыта производства. При этом в процессе изготовления деталей и агрегатов частично используют

импортные материалы, а иногда и готовые комплектующие [1]. Тем не менее, российское производство развивается и увеличивает свою долю на рынке, хотя по качеству и надежности выпускаемого оборудования соперничать с европейскими аналогами на сегодняшний день им пока сложно.

Задачей российских специалистов и ученых является развитие отечественного холодильного машиностроения с привлечением к решению данной проблемы власти РФ, выполнение исследований и разработка прогрессивных технических решений, которые обеспечат нашей технике конкурентные преимущества [3].

Все же львиная доля современных разработок в области холодильных машин остается за европейскими и американскими производителями. Это связано с упадком экономики в 1990-х годах. Но нынешняя ситуация складывается таким образом, что просто необходимо шагать в ногу со временем, разрабатывать новые технологии, внедрять их на Российский рынок и создавать здоровую конкуренцию иностранным партнерам. Это один из важных факторов в развитии экономики РФ.

Литература

1. Сапожников В.Б. Тенденции рынка холодильной техники // Молочная промышленность. – 2014. – № 4. – С. 26–28.
2. Румянцев М.Ю., Захарова Н.Е., Сигачев С.И. Применение лепестковых газодинамических подшипников в турбогенераторных агрегатах малой мощности // Изв. МГТУ «МАМИ». – 2014. – Т. 1. – № 4(22). – С. 61–68.
3. Антонова З.Г. Переход экономики России на инновационный путь развития // Изв. ТПУ. – 2013. – № 6. – С. 26–32.



Татаренко Юлия Валентиновна

Год рождения: 1975

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, к.т.н., доцент

e-mail: lavrtat@mail.ru



Рачковский Никита Олегович

Год рождения: 1991

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, аспирант

Направление подготовки: 13.06.01 – Электро- и теплотехника

e-mail: rachkovskiy.nikita@mail.ru

УДК 621.57

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Татаренко Ю.В., Рачковский Н.О.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Татаренко Ю.В.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

В работе рассмотрены различные аспекты, существенно влияющие на перспективы применение энергетических установок – тепловых насосов в Российской Федерации. Предложено классифицировать тепловые насосы по двум категориям в зависимости от температуры низкопотенциальной теплоты. Приведены факторы, которые оказывают существенное влияние на увеличение количества случаев применения тепловых насосов в хозяйственных и коммерческих целях.

Ключевые слова: тепловой насос, классификация, источник теплоты, энергоэффективность, низкопотенциальная теплота.

К настоящему времени как в отечественной, так и в зарубежной технической литературе описано достаточно большое количество случаев применения тепловых насосов [1, 2]: теплоснабжение гражданских и промышленных зданий (сооружений), дистилляция и разделение смесей, пищевая промышленность и т.д. Согласно изученным литературным источникам, в настоящей работе предлагалось классифицировать тепловые насосы по двум укрупненным категориям исходя из температуры источника низкопотенциальной теплоты:

- категория 1 – температура теплоносителя менее 50°C (утилизация низкопотенциальной теплоты);
- категория 2 – температура теплоносителя менее 10°C (увеличение низкопотенциальной теплоты).

Утилизация низкопотенциальной теплоты является наиболее эффективным способом снижения потребляемого «объема» как первичных, так и вторичных энергетических ресурсов и, как следствие, повышение энергоэффективности систем жизнеобеспечения зданий, сооружений и автономных объектов. К низкопотенциальным источникам теплоты для данной категории можно отнести сбросную воду с температурой $t=6-50^{\circ}\text{C}$ (случай, когда температура выше, не рассматриваются, так как их количество крайне незначительно), выбросной воздух с температурой $t=16-23^{\circ}\text{C}$, накопительные баки систем водоснабжения больших объемов с температурой $t=6-8^{\circ}\text{C}$ (считается, что охлажденная в процессе отбора низкопотенциальной теплоты вода в процессе потребления не подлежит нагреву или смешению с водой более высокой температуры и используется «как есть» или «as is»). Утилизируемая низкопотенциальная теплота различных источников может быть использована для подогрева воды для целей горячего водоснабжения, а также для отопления помещений [3].

Создание систем утилизации низкопотенциальной теплоты возможно как во вновь возводимых объектах, так и в реконструируемых объектах [4].

Системы тепловых насосов, работающих на «увеличение низкопотенциальной теплоты», являются наиболее современным способом снижения потребления энергетических ресурсов.

Во вновь возводимых объектах рекомендуется применение тепловых насосов, работающих как на утилизацию теплоты, так и на «увеличение теплоты». При проектировании необходимо учитывать места размещения «поглотителей» низкопотенциальной теплоты, а также трассы передачи этой теплоты.

Источниками низкопотенциальной теплоты могут быть:

- солнечная энергия;
- грунт;
- водоемы.

В настоящее время существует ряд законодательных ограничений, препятствующих развитию и применению тепловых насосов в Российской Федерации. Эти ограничения можно классифицировать как прямые и косвенные.

1. Прямые ограничения – запреты в области градостроительства и архитектуры, а именно запреты на изменение строительных конструкций исторической застройки.
2. Косвенные ограничения – неурегулированные вопросы землепользования и использования водоемов.

Косвенное ограничение относится к вопросу учета и администрирования «поглотителей» тепловых насосов, т.е. к комплексному регулированию мест расположения «поглотителей» тепловых насосов на территории для предотвращения перекрестного отбора теплоты несколькими установками (предотвращение снижения рабочих мощностей по сравнению с проектом). Размещение тепловых насосов с поглотителями теплоты из водоемов (в первую очередь) и из грунта должно быть согласовано с экологическими службами, так как применение тепловых насосов может оказывать существенное влияние на флору и фауну на территории их размещения.

В настоящее время применение тепловых насосов в России носит случайный характер. Перспективы применения тепловых насосов на данный момент зависят от следующих основных параметров:

1. место расположения, оснащаемого тепловым насосом объекта – основной параметр, влияющий как на возможность применения теплового насоса, так и на выбор источника низкопотенциальной теплоты и, как следствие, на величину капитальных затрат. В некоторых случаях целесообразно применение двух источников низкопотенциальной теплоты;
2. доступность иных источников энергии – минимально необходимая потребность в применении альтернативных источников энергии (замещение дефицита тепловой энергии), а также срок окупаемости капитальных вложений (при замещении привычных источников энергии альтернативными);
3. назначение объекта – определение приоритетных объектов в получении как готовой к потреблению энергии, так и альтернативной энергии;
4. собственник объекта – данный параметр является наиболее субъективным, так как каждый владелец самостоятельно определяет стратегию эксплуатационных и капитальных затрат. Необходимо отметить, что нередко проектируемые решения претерпевают существенные изменения в связи с пожеланиями заказчика, которые, возможно, обусловлены как технической неграмотностью, так и целенаправленным получением быстрой выгоды;
5. стоимость энергетических ресурсов – это «движущая сила» использования альтернативных источников энергии в странах импортерах энергоресурсов. Россия является страной экспортером и, соответственно, имеет более низкие цены на энергетические ресурсы по сравнению с мировым рынком (отметим, что цены на энергетические ресурсы на внутреннем рынке также достаточно высоки);
6. банковский процент – одна из немаловажных составляющих, так как в настоящее время, большая часть инфраструктурных проектов финансируется за счет привлечения кредитных ресурсов. Высокий банковский процент за пользование кредитных средств жестко ограничивает увеличение капитальных затрат, в том числе и на энергосберегающие мероприятия.

Вывод. Износ основных фондов и постоянно растущие эксплуатационные издержки, а также дефицит энергии на некоторых территориях – создают предпосылки для развития применения менее энергоемких и более современных технологий. Хочется отметить, что развитие технологий, использующих низкопотенциальную теплоту, в настоящее время позволит создать новые рабочие места в различных областях, например: от сферы образования и добычи сырья до производства и проектирования технически сложной компрессорной техники и программного обеспечения [5].

Литература

1. Янтовский Е.И., Левин Л.А. Промышленные тепловые насосы. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 128 с.
2. Jurgen B. Heat pump Planning handbook. – New York: Routledge, 2015. – 326 p.
3. Калнинь И.М., Савицкий И.К. Тепловые насосы: вчера, сегодня, завтра // Холодильная техника. – 2000. – № 10. – С. 2–6.
4. Дмитриев А.Н., Монастырев П.В., Сборщиков С.Б. Энергосбережение в реконструируемых зданиях. – М.: АСВ, 2008. – 208 с.
5. Piscopiello S., Mazzotti W., Nota C., Palm B. Performance Evaluation of a Large Capacity Water-Water Heat Pump using Propane as Refrigerant [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
https://www.researchgate.net/publication/308720130_Performance_Evaluation_of_a_Large_Capacity_Water-Water_Heat_Pump_using_Propane_as_Refrigerant_-_ID1129, своб.

**Темершин Дмитрий Дмитриевич**

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, аспирант

Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии

e-mail: dima-lestreyd@mail.ru

УДК 66-963

ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ ГРИБНЫХ ПОРОШКОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**Темершин Д.Д.****Научный руководитель – д.т.н., профессор Алексеев Г.В.**

В связи с ухудшающейся экологической обстановкой вопрос здорового питания становится все более актуальным в последнее время. На производственном уровне это решается путем введения нетрадиционного растительного сырья в продукты питания. В качестве таких добавок используются овощи, фрукты, грибы и продукты их переработки. Введение данных веществ в основной продукт существенно повышает пищевую ценность продукта и улучшает органолептические показатели.

Ключевые слова: грибы, порошок, витамин, технология, хлеб, макароны.

Одним из перспективных направлений, связанных с обогащением продуктов, является внесение грибов и продуктов их переработки. Главными преимуществами являются экологичность и наличие большого комплекса полезных веществ.

Грибной порошок используется в пищевой промышленности, он может использоваться как добавка: при производстве макарон, хлеба, колбасных и кондитерских изделий; или как самостоятельный продукт: основа для соусов, супов, приправ. Грибные порошки не только полезны для здоровья, но и обладают высокими органолептическими свойствами. В своем составе грибной порошок имеет в себе большое количество белков и углеводов; витаминов: А, В₁, В₂, В₃, В₉, С, D, Е; минералов: кальций, фосфор, железо, йод. Также учеными доказано, что грибы в виде порошка усваиваются лучше, в исследованиях было установлено, что усвояемость белковых веществ составляет 89%, клетчатки – 74%, жиров и углеводов – 91% [1].

Также стоит отметить и влияние, оказываемое грибами и полученными на их основе продуктами, на здоровье человека. Например, применение грибного порошка из шампиньонов снижает риск получения таких заболеваний как инфаркт и атеросклероз. Сок, полученный из шампиньонов, обладает бактерицидными свойствами [1].

Одним из примеров применения грибных порошков как дополнительного компонента является производство макарон. В работе [2] основной целью было наблюдение изменений физико-химических свойств макарон при добавлении мелкодисперсного порошка грибного порошка. Предварительно высушенный двуспоровый шампиньон был высушен и размельчен в порошок. Замес в тесто производился без добавления порошка и с добавлением порошка концентрацией 0,5; 1; 1,5; 2% от массы основного сырья.

Стоит сразу отметить, что влияние на органолептические показатели введение порошка любой из применяемых концентраций не оказало влияние, т.е. вкус и запах продукта остался прежним. При увеличении концентрации порошка увеличивалась кислотность продукта, влагосодержание, а также время варки продукта, однако, полученные данные не выходили за рамки требования ГОСТ.

При применении порошка концентрацией 2% от общей массы тестозаготовки было замечено ухудшение варочных свойств продукта, макаронные изделия незначительно слипались между собой.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что оптимальной концентрацией грибного порошка является 0,5–1,5% от массы тестозаготовки. Данные концентрации делают продукт максимально полезным, одновременно не нарушая рецептуры [2].

В Орловском государственном университете экономики и торговли проводились работы, связанные с добавлением грибных порошков из смеси шампиньонов и лисичек в хлебобулочные изделия на примере ржано-пшеничного хлеба. Порошок вносился на стадии приготовления теста при концентрации 5 и 10% от массы муки. Тесто готовилось опарным способом [3].

Экспертиза качества вносимого порошка проводилась по следующим органолептическим показателям: внешний вид, состояние мякиша, вкус и запах. Всего в эксперименте участвовало 5 видов образцов ржано-пшеничного хлеба:

0. контрольный образец, без добавления грибного порошка;
1. ржано-пшеничный с добавлением 5% порошка из вешенки;
2. ржано-пшеничный с добавлением 10% порошка из вешенки;
3. ржано-пшеничный с добавлением 5% порошка из шампиньона;
4. ржано-пшеничный с добавлением 10% порошка из шампиньона.

Исходя из проведенных анализов, можно сделать вывод, что с увеличением процентного содержания грибного порошка появляются незначительные следы непромеса (образец №2), однако все образцы сохраняют развитую пористость, пропеченность, отсутствие влаги и липкости на ощупь. Все образцы после легкого надавливания возвращали первоначальную форму.

По вкусовым характеристикам в образцах №1 и №2 ощущался легкий грибной привкус, образец №3 имел горечь, в то время как образец №4 содержал выраженный грибной вкус. Имели горечь, а также присутствовало наличие легкого грибного запаха в образцах №1 и №3, ярко-выраженные в №2 и №4.

Форма всех образцов полностью соответствует контрольному образцу по виду, однако, цвет продукта был все же темнее, при 5% – коричневый, при 10% – темно-коричневый.

В ходе полученных результатов был сделан вывод, что добавление грибного порошка концентрацией 5% от общей массы муки является оптимальной концентрацией, которая улучшает органолептические показатели и качество хлеба [3].

В работе [4] сотрудники Кубанского государственного технологического университета проводили работы, связанные с созданием новых сортов муки на основе порошка из вешенки.

Массовая доля вносимого грибного порошка в муку составляла 3%. Полученная грибная мука представляла собой порошок светло-серого цвета с наличием слабого коричневого оттенка и приятным грибным ароматом. По характеристикам исследуемая мука имела следующие

показатели: удельная плотность составляла $0,85 \text{ г/см}^3$, объемная масса – $0,63 \text{ г/см}^3$, удельная поверхность – $221 \text{ см}^2/\text{г}$, угол откоса – 41%; содержание белка – 18,55% и 52,88 – редуцирующих сахаров [4].

Санитарно-эпидемиологические анализы показали, что содержание токсинов в грибной муке соответствуют норме, установленной требованием СанПин 2.3.2 1293-03. Данная мука является экологически безопасной и может использоваться в хлебобулочной и кондитерской промышленности.

Хлебобулочные изделия, приготовленные по традиционной технологии, обладали нормальным внешним видом, золотисто-коричневый цвет корки, гладкую поверхность, эластичный мякиш, цвет мякиша – белый, среднюю равномерную, тонкостенную пористость, кислотность составляла 3,2 град. Вкус данного изделия был приятным с наличием легкого грибного вкуса и запаха [4].

Аналогичные данные были получены при выпечке крекеров, печенья и галлет.

Химический анализ показал, что готовый продукт по сравнению с контрольным изделием содержал повышенное количество легкоусвояемых белков, аминокислот, макро- и микроэлементов, пищевых волокон, редуцирующих сахаров, ненасыщенных жирных кислот [4].

Основные технологические этапы производства грибных порошков на примере *Ganoderma lucidum* можно представить в следующих позициях [5]:

1. подготовка субстрата;
2. упаковка субстрата мешков;
3. стерилизация мешков;
4. посадка семян;
5. инкубация;
6. полив;
7. созревание;
8. сбор;
9. сушка;
10. измельчение;
11. хранение и реализация.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что грибные порошок является весьма ценным материалом из-за наличия большого содержания белка, витаминов и оздоровительных свойств. В ходе проведенного литературного обзора было выяснено, что в основном грибной порошок может выступать как обогатительная добавка при производстве макарон, хлебобулочных изделий, колбасных изделий, основ для соусов и супов.

Литература

1. Петрова Л.А., Климова Д.О. Изменение показателей качества грибного порошка в период хранения // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2013. – № 2(8). – С. 402–405.
2. Соломко Э.Ф., Зинченко В.А. Грибная пищевая добавка, повышающая противолучевую резистентность организма // Успехи медицинской микологии. – 2004. – № 3. – С. 251–253.
3. Блинова О.А., Праздничкова Н.В. Использование тонкодисперсного порошка из плодовых тел шампиньона двуспорового в технологии макаронных изделий // Успехи современной науки и образование. – 2015. – № 2. – С. 83–85.
4. Власова М.В., Батурина Н.А. Оптимизация качества хлебобулочных изделий с использованием грибного порошка // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные науки. – 2016. – № 2. – С. 61–64.
5. Chin S.K., Law C.L. Processing of Medicinal Mushroom: *Ganoderma lucidum* // Processing of drying of FVF. – 2013. – P. 41–51.



Тимофеевский Алексей Леонидович

Год рождения: 1960

Факультет низкотемпературной энергетики,
кафедра кондиционирования воздуха, к.т.н., доцент
e-mail: alt1960@mail.ru



Коченков Владислав Николаевич

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики,
кафедра кондиционирования воздуха, группа № W4212
Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника
и системы жизнеобеспечения
e-mail: rddr@mail.ru

УДК 628.8

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ МУЛЬТИЗОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА VRF-КЛАССА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Тимофеевский А.Л., Коченков В.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Тимофеевский А.Л.

Рассмотрены сезонные коэффициенты, применяемые для оценки энергоэффективности мультizonальных систем кондиционирования (чиллеров и VRF) в европейской и американской методиках, а также выполнен расчет сезонного коэффициента энергоэффективности по методике Eurovent для условий Санкт-Петербурга.

Ключевые слова: кондиционирование воздуха, СКВ, мультizonальные системы, сезонные коэффициенты энергоэффективности, EER, ESEER.

Для оценки энергоэффективности холодильных систем и систем кондиционирования воздуха региональные центры сертификации различных стран в последние годы активно используют так называемые сезонные холодильные коэффициенты (сезонные коэффициенты термодинамической эффективности). В каталогах производителей систем кондиционирования воздуха наиболее часто используются коэффициенты, рассчитанные по европейской и американской методикам – Eurovent [1] и AHRI [2]. Стоит отметить, что сезонные коэффициенты фигурируют в иностранной литературе, начиная с 2000-х годов, но официальные стандарты, регламентирующие их использование, появились не так давно.

В 2010 году в США американскими институтами ANSI и AHRI был введен стандарт для расчета эффективности VRF-систем, мультисплит-систем и тепловых насосов. В нем введены понятия сезонного холодильного коэффициента SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) и интегрального холодильного коэффициента IEER (Integrated Energy Efficiency Ratio). Коэффициент SEER применяется к системам кондиционирования холодильной мощностью не более 19 кВт, а коэффициент IEER – к системам холодильной мощностью более 19 кВт. Поскольку в нашей стране мультizonальные системы обычно имеют холодопроизводительность более 19 кВт, далее будет обсуждаться только коэффициент IEER.

В 2015 году в Европе ассоциация предприятий индустрии климата и холодильной техники Eurovent ввела стандарт для сертификации чиллеров, в котором их эффективность

определяется с помощью сезонного холодильного коэффициента ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio).

И «европейский» ESEER, и «американский» IEER используют значения стандартных холодильных коэффициентов EER, полученные производителем во время испытаний системы кондиционирования при полной и частичной тепловой нагрузке. Обе методики расчета используют четыре слагаемых, которые соответствуют значениям EER при загруженности системы на 100, 75, 50 и 25%. Обобщенную формулу для обоих сезонных коэффициентов можно записать в следующем виде:

$$A \cdot EER_{100\%} + B \cdot EER_{75\%} + C \cdot EER_{50\%} + D \cdot EER_{25\%},$$

где A, B, C, D – весовые коэффициенты, характеризующие время работы системы при разных температурах наружного воздуха.

В европейской и американской методиках для расчета тепловой нагрузки системы кондиционирования приняты разные температуры наружного воздуха и продолжительность их стояния (табл. 1). Это связано с особенностями климатических зон Европы и США, выбранных в качестве расчетных.

Таблица 1. Температуры наружного воздуха и продолжительность их стояния

Нагрузка, %	ESEER		IEER	
	Температура наружного воздуха, °C	Коэффициент продолжительности	Температура наружного воздуха, °C	Коэффициент продолжительности
100	35	0,03	35,0	0,02
75	30	0,33	27,5	0,62
50	25	0,41	20,0	0,24
25	20	0,23	18,3	0,13

Несмотря на то, что в стандарте Eurovent прямо не указана возможность использования коэффициента ESEER для мультizonальных систем типа VRF, многие производители, поставляющие эти системы на территорию Евросоюза и России, приводят в своих каталогах значения ESEER [3] с целью более успешного продвижения своего оборудования. Коэффициент IEER в России встречается гораздо реже, хотя стандарт AHRI прямо рекомендует его использование для оценки эффективности VRF-систем.

Как видно из табл. 1, каждому значению температуры наружного воздуха, при которой работает мультizonальная система, соответствует определенный коэффициент продолжительности работы. Логично предположить, что для различных климатических регионов нашей страны коэффициент продолжительности работы будет разным. В европейской методике расчета показателя ESEER предлагается только один набор коэффициентов, представленный в табл. 1. Это достаточно странно, учитывая тот факт, что для расчета сезонного коэффициента эффективности тепловых насосов и системы кондиционирования воздуха (СКВ) в режиме нагрева SCOP на территории Европы, выделяют три климатических зоны, в которых используются разные значения коэффициентов продолжительности.

В связи с этим представляется интересным сравнить коэффициенты ESEER, рассчитанные при работе мультizonальной СКВ в условиях европейской части России (на примере Санкт-Петербурга), с коэффициентами ESEER из каталогов производителей, рассчитанными по стандартной методике Eurovent, которая основывается на климатических данных южных стран Европы.

Для выполнения расчета авторами были использованы технические характеристики VRV-системы фирмы Daikin (модель RXYQ16T) из каталога [3].

В каталоге производителя данной системы [3] приводится величина ESEER, полученная для следующих условий в помещении: 19°C по мокрому термометру и 27°C по сухому термометру. Она составляет:

5,05 – для режима охлаждения с постоянной температурой кипения фреона +6°C;

6,50 – для режима охлаждения с переменной температурой кипения фреона при погодозависимом регулировании производительности системы.

Расчет коэффициента ESEER в условиях Санкт-Петербурга начнем с определения коэффициентов продолжительности работы системы.

Для определения продолжительности работы системы кондиционирования с полной и неполной производительностью на основе статистических климатических данных по Санкт-Петербургу за 2010–2016 г. [4] были найдены среднегодовые периоды стояния температур наружного воздуха 35, 30, 25 и 20°C. Частное от деления продолжительности работы системы VRV при каждой упомянутой температуре на сумму этих периодов времени представляет собой коэффициент продолжительности работы системы при этой температуре. В табл. 2 приведены данные расчета для г. Санкт-Петербурга.

Таблица 2. Среднегодовые периоды стояния температур наружного воздуха для г. Санкт-Петербурга

Температура, °C	Продолжительность, часов в год	Коэффициент продолжительности работы мультizonальной VRV-системы
35	0	0
30	16,8	0,07
25	61,8	0,26
20	159,0	0,67

Расчет коэффициента ESEER для условий Петербурга был проведен при температуре мокрого термометра в помещении 16°C, что соответствует температуре сухого термометра 23°C при относительной влажности воздуха 50%.

Кроме того, была учтена комплектация системы VRV, которая выражается так называемым коэффициентом сочетания наружного и внутренних блоков. Этот коэффициент равен отношению суммы номинальных холодильных мощностей всех внутренних блоков к номинальной холодильной мощности наружного блока. При проектировании систем VRV для климатических условий России оптимальная комбинация внутренних блоков лежит в диапазоне от 110 до 130% [5].

Обобщая вышесказанное, расчет сезонного холодильного коэффициента ESEER, при работе системы RXYQ16T в климатических условиях Санкт-Петербурга, был проведен для коэффициента сочетания блоков 130% и температуры внутреннего воздуха 23°C по сухому термометру. Были получены следующие значения ESEER:

5,31 – для режима охлаждения с постоянной температурой кипения фреона +6°C;

7,89 – для режима охлаждения с переменной температурой кипения фреона при погодозависимом регулировании производительности системы.

Как видно, значение ESEER для условий Петербурга получается ощутимо выше, чем величина, рассчитанная по стандартной методике Eurovent, которая основывается на климатических данных южно-европейских стран.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. при оценке энергоэффективности мультizonальных систем кондиционирования важно обращать внимание на климатическую зону, в которой будет эксплуатироваться оборудование, особенно в случае использования погодозависимого регулирования холодопроизводительности системы;
2. на примере расчета европейского сезонного холодильного коэффициента ESEER было показано, что энергоэффективность мультizonальной системы кондиционирования может

изменяться на 20% в зависимости от особенностей климатической зоны, в которой она эксплуатируется.

Литература

1. Официальный сайт организации Eurovent [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eurovent.eu/>, своб.
2. Официальный сайт организации AHRI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ahrinet.org/>, своб.
3. Каталог оборудования фирмы Daikin. RXYQ8-54T [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dacnw.ru/dacnw/index>, своб.
4. Климатические данные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rp5.ru/>, своб.
5. Национальные особенности проектирования систем VRF [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mir-klimata.info/archive/2008_3/ukc_apik_fragmenti_uchebnih_6/, своб.



Томсон Кристиан Юлариевич

Год рождения: 1992

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, группа № Т4100

Направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

e-mail: kris-tomson@mail.ru

УДК 637.52(075.8)

АНАЛИЗ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Томсон К.Ю.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Лазарев В.Л.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615875 «Разработка научных основ проектирования отечественной конкурентоспособной низкотемпературной техники».

В работе рассмотрены вопросы использования элементов существующего прикладного программного обеспечения при разработке моделей объектов для автоматизированной системы управления технологическим процессом пищевой промышленности. Рассмотрены перспективы создания и развития специальных программных модулей, адаптированных к специфике отрасли.

Ключевые слова: программное обеспечение, математические модели, АСУТП, пищевая промышленность, энтропийные потенциалы.

Перспективным направлением развития пищевой промышленности является внедрение автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) и элементов интеллектуального управления, с целевыми функциями, ориентированными на повышение качества выпускаемой продукции и уменьшение брака. В настоящее время для создания таких систем налажен серийный выпуск необходимых технических средств с широким спектром характеристик: первичных преобразователей, исполнительных устройств, преобразователей сигналов (аналогово-цифровых, цифро-аналоговых), процессорных блоков, устройств записи и хранения информации и др. Также достаточно хорошо проработаны вопросы базового математического и программного обеспечения (ПО). Имеются в виду методы и программы для централизованного контроля параметров, моделирования «типовых» объектов и явлений, реализации типовых законов регулирования,

сбора и систематизации исходных данных, решения оптимизационных задач в различных вариантах и другие [1].

Для реализации большинства таких задач существуют пакеты типового ПО, например, MATLAB с дополнительными пакетами расширений и его последующее развитие, расширение – Simulink. Для использования такого ПО имеются важные предпосылки: большая распространенность в инженерном сообществе, обучение работе с ним в высших учебных заведениях, удобный графический интерфейс, простота работы, возможность обновления, существование широкой справочной и учебной литературы и документации по работе с программами и другие. Но имеются и недостатки: относительно дорогая лицензия, необходимость дополнительной оплаты за отдельные расширения, «запутанная» интеграция с Java и C++, малая распространенность для Windows Linux и OS X.

Близкими аналогами упомянутых программных пакетов являются Scilab, Octave, FreeMat.

Scilab создавался в середине 90-х годов прошлого века, как конкурент MATLAB, но более скромный по ценовой политике. Однако в коммерческом плане проект себя не оправдал и стал продвигаться под свободной лицензией. В настоящее время его развитием и продвижением занимается корпорация Scilab Consortium. Scilab является системой с открытым программным кодом, допускающей пополнение типов данных и операций. Возможности Scilab и количество специализированных расширений несколько меньше, чем у MATLAB, но вполне достаточно для решения вышеупомянутых задач. Пакет имеет относительно малый размер дистрибутива (порядка 100–200 МБ), что выгодно отличает его от пакета MATLAB поздних версий (размер более двух гигабайт).

Octave – свободная система, имеющая совместимый с MATLAB язык программирования высокого уровня с незначительными отличиями. Отсутствует среда для графического моделирования. Допускает обновление версий для различных платформ, а также возможность разработки и пополнения пакетов расширений. Размер дистрибутива порядка 50 МБ.

FreeMat – свободная среда для моделирования и обработки данных. Имеется удобная система помощи и документации. Существуют большие возможности по расширению, благодаря наличию специальных модулей. Функциональные возможности FreeMat, в значительной мере, соответствуют возможностям пакета Octave.

Рассмотренное ПО позволяет в основном решать вышеупомянутые базовые задачи функционирования АСУТП. Тем не менее, в каждой отрасли возможно возникновение ряда специфических задач, обусловленных особенностями организации технологических процессов и производств. Характерной особенностью пищевой промышленности является наличие априорной неопределенности при моделировании, организации мониторинга и управления многими процессами и объектами [2]. Такая неопределенность в первую очередь обусловлена «дефицитом» измерительной информации, необходимой для моделирования ситуаций и принятия решений. Это связано со сложностью, длительностью и дороговизной проведения измерений состава и свойств сырья, используемых ингредиентов и готовой продукции (например, определение содержания в них жира, белка, влаги, соли и др.). В связи с этим в производственных условиях приходится оперировать ограниченными выборками данных об объектах, что и порождает состояния неопределенности и целесообразность организации робастного управления. Существуют различные подходы к организации такого управления [3, 4]. Одним из перспективных, адаптированным к специфике пищевой промышленности, является подход, основанный на использовании методов теории энтропийных потенциалов (ТЭП). Суть состоит в том, что состояния неопределенности предлагается описывать набором характеристик, получаемых на основе вероятностной энтропии. Таковыми являются: энтропийный потенциал – Δ_e , комплексный энтропийный потенциал – L_Δ , энтропийный коэффициент – K_e , дисперсия и др. Для получения оценок этих характеристик разработаны специальные методики, «адаптированные» к работе с малыми

объемами исходных данных [2]. В результате появляется возможность описать состояние объекта или системы, изображающей точкой в пространстве этих характеристик или отдельных их составляющих. Эволюция системы, обусловленная действием возмущений или внесением управляющих воздействий, может быть представлена набором точек, в пределе образующих соответствующую траекторию. Набор траекторий, соответствующих различным режимам работы системы или ее эволюциям, образует портрет – ее когнитивный образ в пространстве выбранных характеристик. Такие портреты являются информативными, наглядными и удобными для оценки ситуаций и принятия решений [2, 5]. «Идеология» преобразования данных в соответствующих модулях ПО в общей форме может быть представлена кортежем множеств и отношений вида

$$E = \langle X, N_E, L_{E,Z}, P_E \rangle. \quad (1)$$

В представлении (1) использованы следующие обозначения: X – множество элементов или параметров, используемых для описания состояния объекта; N_E – набор отображений для элементов множества X в какие-либо из выбранных характеристик; P_E – множество характеристик для описания состояний неопределенности, например, Δ_e , L_Δ , K_e и др.; $L_{E,Z}$ – набор форм отношений для отображения элементов из N_E в P_E согласно имеющимся определениям. Так, например, отображение результатов наблюдений параметра x в величину энтропийного потенциала Δ_{ex} может быть осуществлено из выражения

$$\Delta_{ex} = \frac{1}{2} e^{H_x}, \quad (2)$$

где $H_x = - \int_{-\infty}^{\infty} p(x) \ln p(x) dx$ – энтропия параметра x на данном этапе наблюдения; $p(x)$ – дифференциальный закон распределения вероятности. Возможны и другие варианты отображений.

Исходя из изложенного, представляется целесообразным разработать набор специальных программных модулей для расчета характеристик состояний неопределенности в качестве элементов прикладного ПО для АСУТП. Их внедрение позволит повысить эффективность мониторинга состояния объектов пищевой промышленности и организации управления ими в условиях неопределенности. Предложенный подход окажется продуктивным и для других отраслей промышленности, например, химической, металлургической, имеющих такую же специфику. Состоятельность изложенного подхода для решения задач мониторинга и управления в условиях неопределенности в различных областях подтверждена и наглядно проиллюстрирована в работах [2–5].

Литература

1. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. В 2-х книгах. – Кн. 1. – 552 с; кн. 2. – 944 с. – Изд-во ДЕАН, 2010.
2. Лазарев В.Л., Грахольская Т.А., Травина Е.А., Фролков Н.А. Использование когнитивных образов состояний систем в пространстве параметров энтропийных потенциалов для организации мониторинга и управления // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2015. – № 4. – С. 54–61.
3. Кулаков В.Г., Лазарев В.Л., Федюлин В.А. Энтропийные модели в исследовании социальных систем // Вопросы статистики. – 2010. – № 10. – С. 47–50.
4. Лазарев В.Л. Исследование систем на основе энтропийных и информационных характеристик // Журнал технической физики. – 2010. – Т. 80. – № 2. – С. 1–7.
5. Лазарев В.Л. Совершенствование управления с использованием характеристик энтропийных потенциалов. Адаптация к специфике биотехнологической промышленности // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 4. – С. 68–73.



Травина Евгения Александровна

Год рождения: 1992

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, аспирант

Направление подготовки: 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: tea-922@mail.ru

УДК 621.327

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЫПУЧИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Травина Е.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Балюбаш В.А.

В работе рассмотрен вопрос исследования электрофизических характеристик сыпучих пищевых продуктов для разработки емкостного метода для экспрессного определения влажности.

Ключевые слова: влагосодержание, датчик, хлебобулочные изделия, квалитетрия, автоматизация, качество продукции.

Влагосодержание, как и температура, является одним из основных технологических параметров, определяющих качество пищевых продуктов. Содержание влажности определяет не только химические, физические и технологические свойства пищевых продуктов, но и сроки их хранения [1–7].

Особая важность вопросов обеспечения нормированного уровня содержания влажности связана с производством сыпучих пищевых продуктов, получаемых из сырья животного и растительного происхождения. К таким продуктам относятся сухие молочные смеси, сахарный песок, пищевые и кормовые дрожжи, зерно, мука и др. Для них завершающим процессом производства, как правило, является сушка, а основным выходным качественным параметром является влагосодержание. А для зерна и муки, являющихся сырьем для производства хлебобулочных изделий, еще и содержание клейковины, формирующей основные качественные показатели хлеба.

Нормирование предельного содержания влаги в большинстве видов сыпучих пищевых продуктов определяется уровнем перевода влаги в «связанное» состояние, отличающееся биологической «неактивностью» такой формы связи влаги в продуктах, что собственно, и обеспечивает повышение сроков их хранения, учитывая географические условия страны.

Производство сыпучих пищевых продуктов с нормированным уровнем содержания влаги требует систем оперативного автоматизированного контроля на границе содержания «связанной» влаги. Анализ опыта разработки влагометрических систем с учетом сложного и многокомпонентного состава пищевых продуктов показывает, что наиболее предпочтительным является емкостной метод контроля влажности.

Однако особенностью измерения влажности сыпучих пищевых продуктов на границе содержание влаги в «связанном» виде является снижение их диэлектрической проницаемости на порядок, по сравнению с диэлектрической проницаемостью воды, а этот факт приводит к возрастанию влияния мешающих факторов, снижает метрологические показатели измерения влажности.

Материалы анализа измерений влажности отдельных видов сыпучих пищевых продуктов показывают влияние таких мешающих факторов, как колебание

температуры и объемной плотности пробы в первичном преобразователе в момент измерения. Так изменение объемной плотности продукта в объеме датчика на 20% для сыпучих молочных продуктов эквивалентно изменению диэлектрической проницаемости продукта на 1% влажности, т.е. отмеченная разница в уровне влияния плотности согласуется с величиной прироста E продукта от влажности. Высокий уровень влияния колебаний плотности и температуры на величину диэлектрической проницаемости собственно влажности продукта объясняется тем, что в измеряемом диапазоне продукт содержит влагу в связанном виде, что снижает прирост диэлектрической проницаемости продукта от влажности и соответственно повышается уровень влияния мешающих факторов.

Отмеченные особенности поведения сыпучих пищевых продуктов обусловили необходимость разработки аппаратных и технологических решений учета влияния мешающих факторов, а также предусмотреть программу экспериментальных исследований.

Для повышения диэлектрической постоянной у муки программой исследований предложено измерение влажности пробы проводить с переводом связанной влаги в свободное состояние путем нагрева измеряемой пробы.

Для снижения влияния переменной объемной плотности предлагалось определить режимы стабилизации плотности пробы в разработанном вибрационном емкостном датчике.

Одновременно для снижения влияния объемной плотности проводятся исследования предлагаемого метода, основанного на разности измерений диэлектрической проницаемости при двух температурах измеряемой пробы, а влага из связанного состояния в продукте переводится в свободное состояние путем нагрева.

Литература

1. Балюбаш В.А., Дрокин А.В., Назарова В.В. Исследование электрофизических характеристик сыпучих пищевых продуктов // Сб. научных трудов профессорско-преподавательского состава и аспирантов «Проблемы совершенствования технологии продукции, общественного питания и экспертизы потребительских товаров». – 2012. – С. 135.
2. Балюбаш В.А., Алешичев С.Е., Назарова В.В. Температурная зависимость электрофизических характеристик сыпучих пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kniga.seluk.ru/k-mehanika/689969-1-fiziko-mehanicheskiy-fakultet-sekciya-biofizika-udk-57721-avbutko-4-kurs-kaf-bf-bvpopov-kmn-sns-inc-ran-o.php>, своб.
3. Балюбаш В.А., Лапшин А.А., Назимов Н.П. Способ определения влажности сыпучих материалов: А.С. 273508 (СССР). – 1970. – Б.И. № 2.
4. Балюбаш В.А., Алешичев С.Е., Назарова В.В. Влияние температуры на электрофизические характеристики сыпучих пищевых продуктов // Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ. – 2012.
5. Третьяков М.Ю., Рыжкова Т.А. Оценка качества муки общего назначения // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 7. – С. 52–55.
6. Травина Е.А., Мохначев Я.А. Квалиметрия качества хлебопекарных и кондитерских изделий для автоматизированной системы управления технологическим процессом // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2016. – Т. 5. – С. 111–113.
7. Хосни К.Р., Черняев Н.П. Зерно и зернопродукты. – СПб.: Профессия, 2006. – 336 с.



Тукмакова Анастасия Сергеевна

Год рождения: 1992

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра электронных и термических материалов, аспирант

Направление подготовки: 03.06.01 – Физика и астрономия

e-mail: tukmashh@gmail.com



Ережеп Дархан

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра электронных и термических материалов, группа № W4230с

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: darhan1305@gmail.com



Голубкова Светлана Михайловна

Год рождения: 1988

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра электронных и термических материалов, группа № W4230с

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: golubkova.sm@mail.ru

УДК 621.362; 621.315.562

ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА МЕТОДОМ «ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ СТЕНКИ»

Тукмакова А.С., Ережеп Д., Голубкова С.М., Новотельнова А.В., Асач А.В.

Научные руководители: к.т.н., доцент Новотельнова А.В.; ст. преподаватель Асач А.В.

Проведено исследование динамики тепловых потоков и температуры поверхности кожи человека, прошедшего разовый сеанс криотерапии. Проведено экспериментальное измерение тока, возникающего в термоэлектрическом модуле при его приложении к коже пациента в процессе криосеанса. Создана компьютерная модель, позволяющая рассчитывать температуру поверхности кожи во время сеанса криотерапии. Результаты могут быть использованы для составления практических рекомендаций к экспозиции сеанса с целью предотвращения переохлаждения внешней поверхности кожного покрова пациентов.

Ключевые слова: криотерапия, тепловой поток, медицинский термоэлектрический тепломер, температура поверхности кожи, метод конечных элементов.

Термоэлектрические устройства могут применяться в качестве измерительных приборов, например, тепломеров – устройств для измерения тепловых потоков [1]. Анализ тепловых потоков, исходящих от тела человека может быть использован для диагностики локальных воспалительных процессов, онкозаболеваний, заболеваний суставов, аномалий кровообращения [2]. В данной работе рассмотрено применение термоэлектрического преобразователя для исследования терапевтического эффекта, получаемого при общей криотерапии – физического метода лечения, основанного на воздействии холода на организм человека. Криотерапия, осуществляемая в криосауне

путем воздействия на человеческое тело паров азота, применяется для лечения и профилактики ревматоидного артрита, бронхиальной астмы, псориаза. Однако тепловые процессы в организме, имеющие место при сеансе, и их последствие в полной мере до сих пор не исследованы.

В процессе криотерапевтического воздействия важно отслеживать изменение температуры верхних слоев кожных покровов, так как переохлаждение до температур ниже $-2,5^{\circ}\text{C}$ может привести к обморожениям и необратимому разрушению тканей [3]. Получение информации об изменении температуры кожи во времени терапии позволит вычислить подходящую экспозицию криотерапевтического воздействия. На данный момент для большинства установок время экспозиции устанавливается не превышающим 3 мин.

Измерение температуры поверхности кожных покровов обычными термометрами во время сеанса невозможно, так как они требуют плотного прилегания мягких тканей вокруг поверхности термометра, а в случае криотерапии интерес представляет температура поверхности кожи открытых участков тела.

Применение пирометров также не дает достоверной информации, так как кожа представляется прозрачной для прибора и показания приборов коррелируют с температурой подкожных слоев.

Особый интерес при проведении исследований представляет компьютерное моделирование, позволяющее получить распределение температурных полей и установить расчетные значения температуры поверхности кожи в процессе воздействия.

Целью работы являлся сбор первичных экспериментальных данных при помощи термоэлектрического тепломера, их обработка, создание физико-математической модели процесса измерения тока, генерируемого в термоэлектрическом преобразователе, и последующее определение изменения температуры кожных покровов во времени.

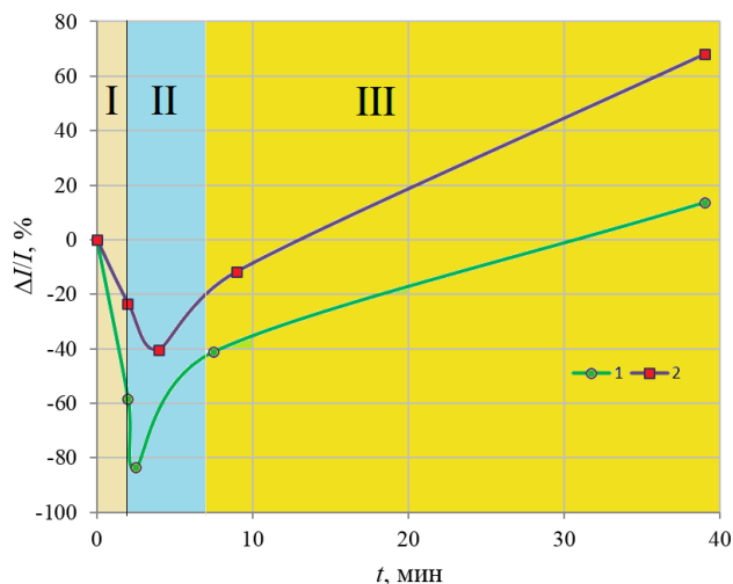


Рис. 1. Зависимость изменения тока до воздействия криосауны (I), в процессе сеанса криотерапевтического воздействия (II) и после сеанса (III) для двух испытуемых

Эксперимент. Тепломер состоял из термоэлектрического модуля ТГМ-127-1.0-1.3 и мультиметра. «Горячая» сторона модуля прикладывалась к груди испытуемого в центральной точке, расположенной ниже ключиц примерно на 8 см. «Холодная» сторона модуля с использованием тающего льда термостатировалась при температуре

0°C. Приложение льда позволило снизить при проведении измерений тепловую инерцию термоэлектрического модуля.

В процессе исследований производились измерения в следующих точках: первая точка соответствовала измерению до сеанса, вторая – через несколько секунд после начала сеанса, третья – во время сеанса, четвертая – через 5 мин после сеанса, пятая – через полчаса после сеанса. В результате были получены значения тока I , представленные на рис. 1.

Абсолютные значения тока для различных испытуемых варьировали, но характер поведения зависимостей сохранялся, поэтому данные измерений приведены к исходному значению тока до криотерапевтического воздействия. Учитывая аналогию силы тока и теплового потока, данный график в полной мере отражает динамику теплового потока. Тепловой поток от тела во время сеанса значительно снижается и интенсифицируется после сеанса по сравнению с исходным значением.

Компьютерное моделирование. В программе Comsol Multiphysics создана 3D-модель, включающая фрагмент кожной ткани человеческого тела, термоэлектрический модуль и атмосферу паров азота (рис. 2). Теплофизические свойства биологических тканей взяты из [4], в качестве керамического материала был выбран Al_2O_3 , а термоэлектрического – Bi_2Te_3 , свойства которых были взяты из стандартной библиотеки, также как и свойства N_2 .

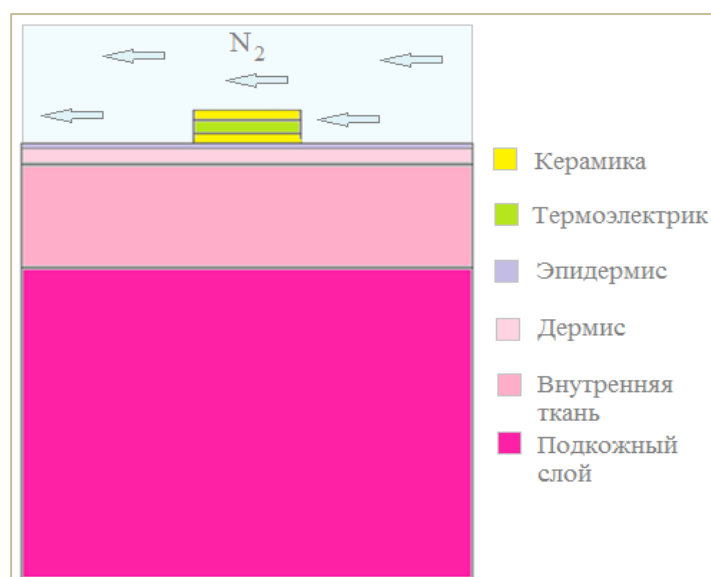


Рис. 2. Схематичное изображение модели

Уравнения модели. Физическое описание модели включало теплопроводность в твердом теле и конвективный теплообмен.

Плотность потока энергии описывалась следующим выражением:

$$q = \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} - \nabla \cdot (\kappa \nabla T), \quad (1)$$

где ρ – плотность материала; c_p – теплоемкость при постоянном давлении; T – температура; t – время; κ – коэффициент теплопроводности.

Пары азота двигались со скоростью 4 м/с на участке длиной 1 м.

Уравнение Навье–Стокса имело вид:

$$\rho \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \rho (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} = \nabla \cdot [-p \mathbf{I} + \mu (\nabla \mathbf{u} + (\nabla \mathbf{u})^T) - \frac{2}{3} \mu (\nabla \cdot \mathbf{u}) \mathbf{I}] + \mathbf{F}, \quad (2)$$

где $\mathbf{u}$ – скорость потока; μ – динамическая вязкость; $\mathbf{F}$ – поле массовых сил; $\mathbf{I}$ – сила инерции. Уравнение неразрывности имело вид:

$$\frac{dp}{dt} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0. \quad (3)$$

Граничные условия. Так как описание процессов внутреннего метаболизма представляет чрезвычайно сложную задачу, считалось, что механизмы внутренней терморегуляции поддерживают постоянную температуру тела, равную 37°C. Это значение было принято постоянным на нижней поверхности подкожного слоя. Все боковые поверхности фрагмента биологической ткани были приняты теплоизолированными. Между боковой поверхностью термоэлектрического преобразователя потоком паров азота осуществлялся конвективный теплообмен. На верхней поверхности преобразователя была задана постоянная температура, соответствующая температуре тающего льда и равная 273,15 К. Температура паров азота принималась равной 210 К. Скорость обдува парами азота задавалась 3 м/с.

Расчет температуры внешнего кожного покрова. Расчетные значения температуры кожи на границе с преобразователем в процессе криотерапевтического воздействия (теплообмена парами азота) даны на рис. 3. Впервые 20–30 с сеанса наблюдается резкое снижение температуры. В дальнейшем температура выходит на плато. Таким образом, можно выделить две стадии теплоотдачи: интенсивную и плавную. Характер расчетного распределения температуры сходен с экспериментально полученным распределением тока преобразователя.

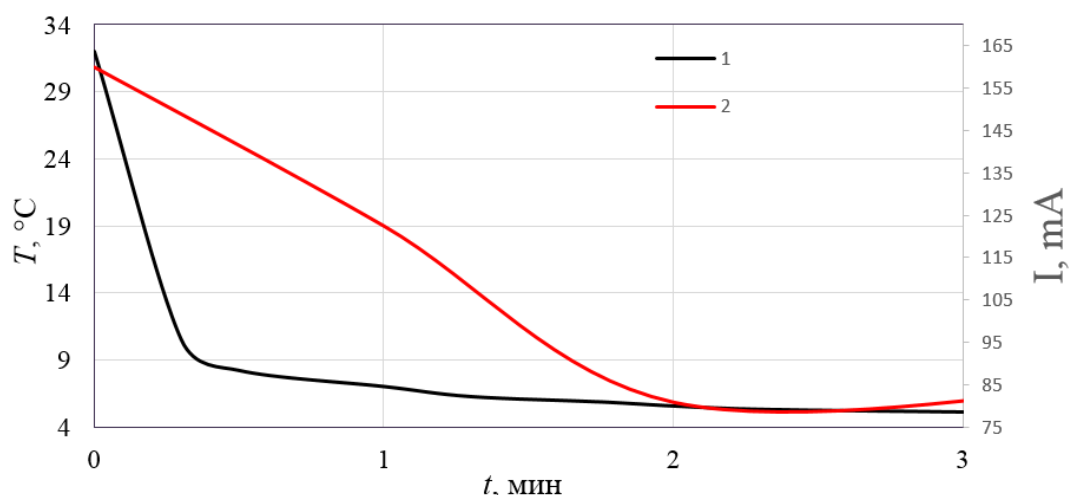


Рис. 3. Зависимости температуры и силы тока от продолжительности сеанса криотерапии:
1 – расчетные значения температуры, 2 – измеренные значения тока

Полученная модель представляет интерес при разработке рекомендаций по продолжительности сеанса, скорости подачи азота, возможности изменения времен интенсивного и плавного отводов тепла для предотвращения переохлаждения кожи с учетом индивидуальных особенностей пациентов.

Литература

1. Геращенко О.А. Основы теплотметрии. – Киев: Наукова думка, 1971. – 192 с.
2. Ладыка Р.Б., Дакалюк О.Н., Булат Л.П. и др. Применение полупроводниковых тепломеров в диагностике и лечении // Медицинская техника. – 1996. – № 6. – С. 36–37.
3. Шиман А.Г., Кирьянова В.В., Максимов А.В., Баранов А.Ю. Клинико-физиологические аспекты применения криотерапии // Вестник СПб. гос. мед. акад. им. И.И. Мечникова. – 2001. – № 1(2). – С. 107–110.
4. Анатычук Л.И., Кобылянский Р.Р. Компьютерное моделирование показаний термоэлектрического тепломера в условиях реальной эксплуатации // Термоэлектричество. – 2013. – № 1. – С. 53–61.



Тукмакова Анастасия Сергеевна

Год рождения: 1992

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра электронных и термических материалов, аспирант

Направление подготовки: 03.06.01 – Физика и астрономия

e-mail: tukmashh@gmail.com



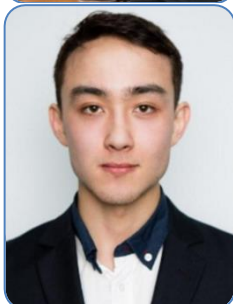
Ережеп Дархан

Год рождения: 1993

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра электронных и термических материалов, группа № W4230с

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: darhan1305@gmail.com



Когай Вячеслав

Год рождения: 1995

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра электронных и термических материалов, группа № W4130с

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: kogayvs@gmail.com



Гамова Ксения Александровна

Год рождения: 1991

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра электронных и термических материалов, группа № W4130с

Направление подготовки: 16.04.03 – Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

e-mail: gamova_k@inbox.ru

УДК 621.362; 621.315.562

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ С УЧЕТОМ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Тукмакова А.С., Ережеп Д., Когай В., Гамова К.А., Новотельнова А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Новотельнова А.В.

Темой работы являлось исследование работы термоэлектрического генератора методом конечных элементов в программном комплексе Comsol Multiphysics. Для описания тепловых, электрических и механических процессов использована система дифференциальных уравнений. В работе получено распределение температурного поля и механических напряжений. Проведено сравнение мощностей расчетного и реального рабочего устройств. Модель представляет большой интерес для разработки и усовершенствования новых термоэлектрических генераторов.

Ключевые слова: нетрадиционные источники энергии, термоэлектрический генератор, компьютерное моделирование, полупроводниковые материалы, термоэлектрические материалы, механические напряжения, деформация, термоэлементы.

Термоэлектрический генератор (ТЭГ) представляет собой твердотельный преобразователь энергии [1, 2]. Он состоит из набора ветвей, выполненных из разнородных полупроводниковых материалов p - и n -типа, расположенных на керамических теплообменных пластинах и соединенных термически параллельно, а электрически последовательно. Увеличение разности температур между «холодной» и «горячей» сторонами генератора во время эксплуатации вызывает повышение КПД устройства. Эксплуатация в условиях высоких перепадов температур между сторонами термоэлемента сопровождается неравномерным тепловым расширением элементов генератора. Для анализа процессов в ТЭГ в эксплуатационных условиях могут быть использованы численные методы расчета.

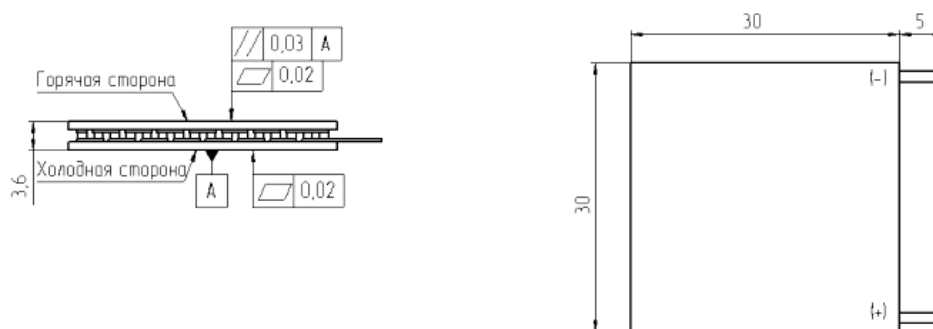


Рис. 1. Чертеж ТЭГ ТГМ-127-1.0-1.3

При помощи метода конечных элементов в программном продукте Comsol Multiphysics создана компьютерная модель ТЭГ. В качестве прототипа был выбран реальный ТЭГ ТГМ-127-1.0-1.3, геометрические параметры которого представлены на рис. 1. Максимальная генерируемая мощность устройства, приведенная в паспорте, P_{exp} составляет 3,8 Вт (при условии, что температура горячей стороны $T_{\text{г}}=473$ К, а температура холодной стороны $T_{\text{х}}=303$ К) [3].

Основными уравнениями в модели являлись:

закон сохранения заряда: $\text{div} \mathbf{j}=0$,

энергии: $\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} - \nabla \cdot (\kappa \nabla T + PJ) = Q_b$,

где ρ – плотность материала; C_p – теплоемкость при постоянном давлении; $P=ST$ – коэффициент Пельтье; J – плотность тока; Q_e – джоулево тепло рассчитывается по формуле:

$$Q_b = JE,$$

здесь E – напряженность электрического поля; $J = -\sigma(\nabla V + S \nabla T)$, где V – напряжение электрического поля.

Относительное изменение линейных размеров тела определялось выражением:

$$\varepsilon_{th} = \alpha(T_0 - T_{ref}),$$

где α – коэффициент температурного линейного расширения; T_0 – температура в начальный момент времени; T_{ref} – абсолютная температура.

Для верхней и нижней сторон керамических пластин были использованы граничные условия первого рода для тепловых величин. Температура нижней поверхности термоэлемента принималась постоянной и равной $T_0=303$ К. К верхней пластине подводилась теплота мощностью $P_{\text{под}}=66,5$ Вт. Для остальных поверхностей модуля было принято граничное условие третьего рода – конвективный теплообмен с окружающей средой с коэффициентом теплоотдачи $h=10$ Вт/(м²·К). Граничные условия для электрических величин приняты следующими: один из контактных выводов был заземлен $U_0=0$ В; на всех остальных частях устройства поверхности были приняты электроизолированными. Была задана механическая фиксация верхней и нижней поверхностей теплообменных пластин, а также контактных выводов в качестве граничных условий для механических величин.

Для описания материалов термоэлектрических ветвей в модели были использованы электро- и теплофизические свойства твердого раствора Bi_2Te_3 , легированного сурьмой (для p -типа проводимости) и оловом (для n -типа проводимости) [4].

Соответствие модели прототипу проверялась путем сопоставления расчетного и паспортного значений мощности термогенератора. Для расчета электрической мощности и КПД устройства в состав модели была добавлена внешняя электрическая цепь с заданным значением электрического сопротивления R , равным 6 Ом.

Приложенная тепловая нагрузка нагревает верхнюю керамическую пластину до 473 К. Распределение температурного поля представлено на рис. 2.

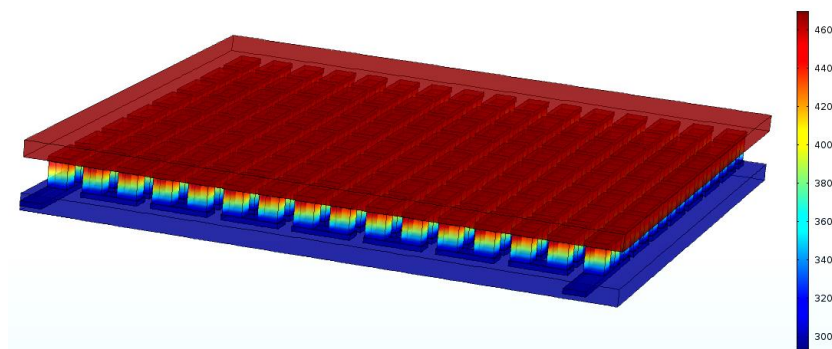


Рис. 2. Распределение температурного поля в объеме ТЭГ

Расчетная разность температур между верхней и нижней границами модуля составила 170 К (473–303 К). Это соответствует паспортной разности температур при заданных условиях.

Расчетное значение максимальной мощности P_{calc} , определенное по результатам моделирования термоэлектрического генератора в заданных условиях составило:

$$P_{calc} = I_{calc}^2 R = 0,76^2 \cdot 6 = 3,5 (\text{Вт}).$$

При сравнении расчетного и паспортного значений мощностей ТЭГ относительная погрешность составила:

$$\delta = \frac{P_{exp} - P_{calc}}{P_{exp}} 100\% = \frac{3,8 - 3,5}{3,8} = 7,8\%.$$

Расхождение расчетных и экспериментальных данных может быть объяснено идеализацией параметров и отсутствием учета влияния контактных сопротивлений между ветвями и медными пластинами. КПД ТЭГ, определенный по данным моделирования, составил:

$$\eta_{calc} = \frac{P_{calc}}{P_{под}} 100\% = \frac{3,5}{66,5} 100\% = 5,3\%.$$

Распределение поля механических напряжений, полученное методом компьютерного моделирования, приведено на рис. 3.

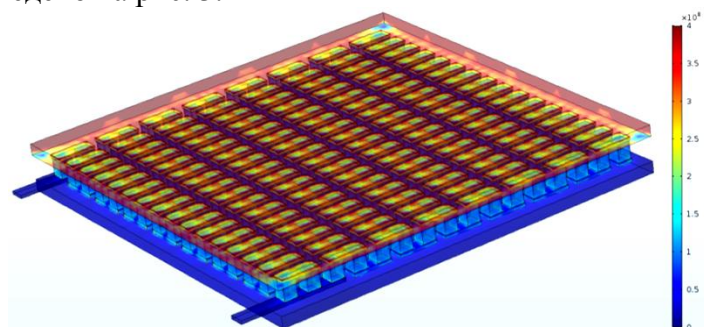


Рис. 3. Распределение эквивалентных механических напряжений в ТЭГ при температуре верхней границы пластины $T=390$ К

Учитывая, что максимальное механическое напряжение, которое может выдержать теплообменная пластина без разрушения, равно $\sigma_B = 650 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$, имеем запас прочности для рабочего диапазона температур $150 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$.

Полученная мультифизическая модель термоэлектрического генератора в полной мере отображает свойства реального устройства и может быть использована в качестве удобной и экономичной платформы для дальнейших исследований ТЭГ. Она позволяет производить механико-прочностные расчеты при разработке и конструировании ТЭГ с любыми геометрическими параметрами и рабочими температурами.

Литература

1. Soo S.L. Direct energy conversion. Englewood Cliffs. – N.J.: Prentice-Hall, 1968. – 333 p.
2. Марченко О.В., Кашин А.П., Лозбин В.И., Максимов М.З. Методы расчета термоэлектрических генераторов. – Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 1995. – 222 с.
3. Производство термоэлектрических модулей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kryothermtec.com//standard-single-stage-thermoelectric-coolers.html>, своб.
4. Jaegle M. Multiphysics Simulation of Thermoelectric Systems – Modeling of Peltier Cooling and Thermoelectric Generation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.comsol.com/paper/download/37149/Jaegle.pdf>, своб.



Федоренко Александр Валерьевич

Год рождения: 1994

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, группа № Т4100

Направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

e-mail: ffeddd@mail.ru



Алёшичев Сергей Евгеньевич

Год рождения: 1962

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, к.т.н., доцент

e-mail: 9206599@mail.ru

УДК 637.137

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Федоренко А.В., Алёшичев С.Е.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Алёшичев С.Е.

В работе проведен аппаратно-технологический анализ каналов управления процессом сушки молочных продуктов. Рассмотрен процесс распылительной (воздушной) сушки. В результате совершенствования качественных параметров процесса можно улучшить показатели энергопотребления на единицу продукции, сократить время запаздывания при внесении управляющих воздействий, предвычислить возможное отклонение качественного параметра готового продукта.

Ключевые слова: сушка пищевых продуктов, сушка молока, распылительная сушка.

Основными направлениями увеличения объемов производства молочных продуктов являются повышение эффективности использования сырьевых ресурсов и внедрение безотходных и малоотходных технологий переработки сырья животного происхождения, разработка новых методов переработки сырья, обеспечивающих наиболее полное его использование, уменьшение потерь, увеличение сроков хранения, повышение выхода и качества готовой продукции, снижение энергоемкости технологического процесса. Для молочноконсервной промышленности в настоящее время актуальна задача совершенствования методов автоматизированного управления технологическим процессом сушки молока [1].

Сухое молоко – представляет собой растворимый порошок, получаемый путем испарения влаги из нормализованного пастеризованного коровьего молока. Для употребления сухое молоко обычно разводится в теплой воде и употребляется в качестве напитка, при этом сохраняющего многие полезные свойства свежего пастеризованного молока. Сухое молоко широко применяется в кулинарии. Оно входит в состав многих видов детского питания.

В наши дни сухое молоко производится в больших объемах. В России в 2016 году его производство составило 311,4 тыс. тонн. Срок хранения обезжиренного сухого молока достигает 3 лет. Срок хранения цельного сухого молока составляет 6 месяцев. Этот срок обусловлен окислением жира, содержащегося в сухом молоке. При более длительном хранении вкус продукта ухудшается.

К входным параметрам технологического процесса производства сухого молока, как объекта управления, относятся: содержание сухих веществ в сгущенном молоке и температура сгущенного продукта.

Управляющими воздействиями могут служить изменения расхода сгущенного молока; температура, расход и влагосодержание воздуха, входящего в сушильную башню; а также скорость вращения вала распылительного диска [2].

Выходным параметром процесса является влажность сухого молока.

Изменение расхода сгущенного молока приводит к изменению содержания влаги в готовом продукте. Повышение температуры воздуха, входящего в сушильную камеру, ограничено опасностью самовозгорания сухого молока, а ее снижение приводит к увеличению расхода теплоносителя. Уменьшение расхода воздуха ограничено опасностью самовозгорания сухого молока, а при повышении расхода воздуха увеличиваются потери продукта.

При повышении расхода сгущенного молока, содержание влаги готового продукта повышается, и наоборот. Вместе с тем изменение расхода сгущенного молока обуславливает необходимость синхронизации работы установки сгущения молока и сушки. Для этого используется схема с промежуточным резервуаром для хранения сгущенного молока, установленным между аппаратами сгущения и сушки, поскольку в таком случае изменение расхода сгущенного молока, подаваемого из резервуара на распылительную сушку, не сказывается на работе установки для сгущения молока. Распылитель, расположенный в верхней части сушильной камеры, вращается, распыляя мелкие капли сгущенного молока. Скорость сушки в значительной степени зависит от величины частиц высушиваемого продукта, т.е. величины поверхности испарения. Чем выше скорость вращения распылительного диска, тем меньше величина частиц высушиваемого продукта. Необходимо поддерживать низкое содержание влаги воздуха, входящего в сушильную башню, поскольку распыленные капли при контакте с горячим воздухом испаряются. При этом воздух насыщается влагой и охлаждается.

В таблице приведены полученные коэффициенты передачи каналов управления, т.е. отношение изменения влажности сухого молока к изменению данного канала

управления. Коэффициенты передачи показывают степень влияния каналов управления на влажность сухого молока [3].

Таблица. Значимость коэффициентов передачи каналов управления

№ п/п	Наименование параметра	Коэффициент передачи	
1	Расход сгущенного молока	$0,008 \frac{\%_{\text{см}}}{\text{т/час}}$	1,6
2	Влажность горячего воздуха	$0,22 \frac{\%_{\text{см}}}{\%_{\text{гв}}}$	1
3	Температура воздуха, входящего в сушильную камеру	$-0,02 \frac{\%_{\text{см}}}{^{\circ}\text{C}}$	-0,6
4	Частота вращения распылительного диска	$-0,4 \times 10^{-3} \frac{\%_{\text{см}}}{\text{об/мин}}$	-0,4

где $\%_{\text{см}}$ – влагосодержание сухого молока, %; $\%_{\text{гв}}$ – влагосодержание горячего воздуха, %.

Для управления процессом сушки в распылительных сушильных установках возможны две схемы автоматического управления: по косвенному параметру – зависимости влажности готового продукта от температуры выходящего из башни сушильного агента (горячего воздуха); по прямому параметру – влажности сухого продукта, выходящего из сушильной башни. Последний является более предпочтительным, так как непосредственно измеряется качественный параметр готового продукта. При этом имеется возможность применять экспрессные методы измерения влажности сухого молока.

После проведения данного исследования можно сделать вывод о том, что для эффективного управления рассматриваемым технологическим процессом могут быть использованы методы, позволяющие системе успешно контролировать поступающие возмущающие воздействия и предвычислять уровень их влияния на качественный параметр готового продукта в условиях изменения в широких пределах их статических характеристик [4]. В результате совершенствования качественных параметров процесса можно улучшить показатели энергопотребления на единицу продукции, сократить время запаздывания при внесении управляющих воздействий, предвычисляя возможное отклонение качественного параметра готового продукта, которое может быть вызвано поступающими неуправляемыми воздействиями [5].

Литература

1. Солдатов В.В., Маклаков В.В., Шиянова Н.И. Система робастного управления ТП производства сухого молока // Автоматизация в промышленности. – 2006. – № 1. – С. 14–17.
2. Кивенко С.Ф. Производство молочных консервов. – М.: Пищевая промышленность, 1969. – 160 с.
3. Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.П. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. – 3-е изд. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 431 с.
4. Дудников Е.Г. Автоматическое регулирование в химической промышленности. – М.: Химия, 1987. – 368 с.
5. Балюбаш В.А., Алёшичев С.Е., Добряков В.А. Структура многоканальной системы управления процессом сушки молочных продуктов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2013. – № 3. – С. 6.



Федоров Алексей Александрович

Год рождения: 1995

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, группа № Т3435

Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

e-mail: alex2829735@yandex.ru

УДК 665.3

РАЗВИТИЕ МАСЛОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ

Федоров А.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Новоселов А.Г.

В работе кратко описано положение маслоперерабатывающей отрасли в современной России. Освещены вопросы, касающиеся оборудования, сырья и производства в целом. Предложены возможные пути решения проблем и задач, с целью формирования продовольственной и экономической безопасности.

Ключевые слова: перерабатывающая промышленность, масложировая отрасль, растительное масло, подсолнечное масло.

Масложировой подкомплекс является важной частью пищевой индустрии и включает производство семян масличных культур, их переработку (маслодобывание), переработку растительного масла в различные виды продукции (маргарины, промышленные жиры, майонезы, соусы на майонезной основе, мыло и др.). В настоящее время масложировая промышленность является системообразующей сферой экономики страны, формирующей агропродовольственный рынок, продовольственную и экономическую безопасность. В Российской Федерации (РФ) функционирует более 200 маслодобывающих предприятий, суммарная годовая мощность которых составляет более 14 млн т переработки маслосемян [1].

Одной из основных характерных проблем для масложировой отрасли можно назвать моральный и физический износ технологического оборудования. Все же частично удалось провести техническое перевооружение производства на основе инновационных технологий и современного оборудования, диверсифицировать производство и вырабатывать конкурентоспособную продукцию, свидетельством чему является экспорт готовой продукции в страны ближнего и дальнего зарубежья. Однако достигнутые результаты были получены в основном на базе импортируемого технологического оборудования, что создает дополнительные риски по развитию отрасли промышленности [1].

После разрушения действовавшей до 90-х годов XX столетия советской модели производства и потребления масложировой продукции наступил период выживания отрасли. Имеющаяся сырьевая и производственная база обеспечивала страну не полностью. Очевидные перемены наступили с началом XXI столетия. Об этом свидетельствует постоянный рост сырьевой базы маслодобывания. На состояние российского рынка масличных семян наиболее сильное влияние оказывает подсолнечник, который наряду с нефтью и пшеницей является стратегическим сырьем. В мировом производстве подсолнечника наша страна занимает ведущее место. Однако по данным Министерства сельскохозяйственного развития посевные площади подсолнечника уменьшаются, с целью переориентации на альтернативные масличные культуры.

Говоря об отрасли перерабатывающей промышленности, нельзя не сказать об объемах потребления продукта. Необходимо определиться, что при оценке потребления масла учитывается не только чистое растительное масло. Фонд потребления

растительного масла включает растительное масло, маргарин, маргариновую продукцию, маслосодержащие продукты питания (хлебобулочные изделия, майонезы и др.) в пересчете на масло. Согласно приказу Министерства здравоохранения рекомендуется потреблять не менее 12 кг на душу населения в год растительного масла [2]. По данным Росстата, по всей территории России, в общем, этот показатель дошел до необходимого уровня. Конечно же, это усредненные данные. В некоторых областях показатели находятся ниже рекомендуемой нормы, но это может объясняться традициями и культурой питания. Значит необходимо учесть эти причины, и создавать продукт под конкретные нужды.

Рассматривая структуру цены на растительное масло, принимая за 100% стоимость единицы объема, оказывается, что большой процент от цены составляют расходы на производство. Для дальнейшего развития производства необходимо уже сейчас задуматься о снижении затрат в особенности в этом разделе. Так в стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 года отмечается, что важным направлением повышения конкурентоспособности производства масложировой продукции является снижение расхода топливно-энергетических ресурсов, так как стоимость их будет только возрастать [3]. Основное внимание следует уделять применяемым технологиям, с позиции их комплексной автоматизации, под которой стоит понимать не только оснащение современными контрольно-измерительными приборами, но и создание математических моделей процессов. Для создания максимально точных математических моделей нужны достоверные данные о физических, физико-химических свойствах веществ, участвующих в процессах, информация по гидродинамике, теплообмену и массопереносу внутри оборудования, а также применение современных прикладных расчетных программ.

Сейчас на рынке представлено изобилие различных продуктов масложировой промышленности для любого потребителя, и теперь одной из основных задач производителей становится получения все более качественной продукции с высоким содержанием ценных веществ при умеренных ценах. Достичь баланса интересов производителей и потребителей в жесткой конкурентной борьбе можно только за счет применения инновационных технологических процессов.

Основываясь на вышеизложенных фактах основными задачами развития масложировой промышленности являются:

- тесная работа специалистов из различных областей знаний, таких как: химия жиров, биотехнология, процессы и аппаратов пищевых производств, и других областей знаний;
- диверсификация производства семян масличных культур, что позволит расширить ассортимент выпускаемых растительных масел (рыжикового, льняного, ореховых и др.) как социально значимой продукции для населения, а также увеличить экспорт продуктов переработки растительных масел;
- внедрение отечественных современных методов управления и систем интегрального контроля показателей качества и безопасности;
- разработка и создание современных, конкурентоспособных отечественных видов оборудования на основе исследований;
- внедрение биотехнологий, технологий замкнутого цикла с более эффективной выработкой целевого продукта, с сокращением потерь сырья;
- подготовку современного квалифицированного промышленно-производственного персонала с учетом требований инновационной экономики и производства.

Решение данных задач развития отрасли промышленности повысит конкурентоспособность продукции, создаст условия для обеспечения

импортозамещения, продовольственной безопасности и наращивания экспортного потенциала.

Наименее изученным этапом производства с точки зрения реологии является процесс экстракции, основной рабочей средой которой являются мисцеллы. Для создания современного технологического экстракционного оборудования авторами были начаты исследования реологических характеристик подсолнечных масел в процессе их производства. В настоящее время проводится серия опытов с целью определения реодинамических характеристик мисцелл в широком диапазоне температур и концентраций.

Литература

1. Масложировая индустрия – 2013 // Сб. материалов XIII международной конференции. – СПб.: Быстрый цвет, 2013. – 192 с.
2. Приказ Минздрава России от 19.08.2016 № 614 «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания».
3. Распоряжение Правительства РФ от 30 июня 2016 г. № 1378-р «О внесении изменений в Стратегию развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года».



Филатов Александр Сергеевич

Год рождения: 1991

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, аспирант

Направление подготовки: 03.06.01 – Физика и астрономия

e-mail: filatov_alex037@mail.ru



Крупененков Николай Федорович

Год рождения: 1953

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра холодильной техники и возобновляемой энергетики, к.т.н., доцент

e-mail: krupenenkov@mail.ru

УДК 621.56

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИНИКАНАЛЬНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ В СИСТЕМАХ С НАТУРАЛЬНЫМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ АГЕНТАМИ

Филатов А.С., Крупененков Н.Ф.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Крупененков Н.Ф.

Современные тенденции и развитие технологий делают применение природных холодильных агентов еще более перспективным. Новое европейское законодательство в области регулирования выбросов и применения фторсодержащих холодильных агентов дало толчок в направлении применения инновационных холодильных агентов, а также уже зарекомендовавших себя натуральных холодильных агентов, таких как аммиак, диоксид углерода, пропан, изобутан. В работе рассмотрены перспективы применения миниканальных конденсаторов в системах на природных холодильных агентах.

Ключевые слова: конденсация, теплообмен, каналы малых размеров, холодильные агенты, коэффициент теплоотдачи.

Холодильные агенты на основе гидрофторуглеродов, такие как R134a, R404a, R410a, широко используемые на сегодняшний день, в ближайшем будущем могут полностью исчезнуть с рынка в связи с законодательными нормами, оставив огромную брешь в занимаемом ими сегменте рынка холодильных систем [1].

В связи с этим сегодня ученые и инженеры во всем мире заняты работой в направлении применения природных холодильных агентов. В подтверждение тому можно привести открытый в апреле 2016 года в Милане гипермаркет площадью 10 000 м² с использованием транскритической системы на CO₂ [2].

В таблице приведены свойства распространенных холодильных агентов. Как видно из таблицы фреоны R410A и R134a, широко применяемые в системах кондиционирования и среднетемпературных коммерческих и промышленных системах холодоснабжения, имеют потенциал глобального потепления (GWP) выше 150, в связи с чем их применение ограничивается в соответствии с директивой ЕС 842/200.

Натуральные холодильные агенты имеют более низкий GWP, что делает их применение более перспективным. Наряду с преимуществами натуральные холодильные агенты имеют ряд недостатков, в их числе пожаровзрывоопасность, в связи с этим объем заправки регламентируется нормативными документами. Применение в холодильных системах теплообменных аппаратов с каналами малых размеров, в том числе конденсаторов, позволяет добиться снижения объема заправки и повышения энергоэффективности. На сегодняшний день проведено большое количество исследований, посвященных изучению процессов натуральных холодильных агентов.

Таблица. Свойства распространенных холодильных агентов

Вещество	R744	R717	R290	R600a	R410A	R134a
Химическая формула	CO ₂	NH ₃	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CH ₂ F ₂ /C HF ₂ CF ₃	CH ₂ FCF ₃
Молекулярный вес	44,01	17,03	44,1	58,12	72,58	102,03
Критическое давление, кПа	7377	11333	4270	3650	4925	4059
Критическая температура, °C	30,98	132,3	96,7	135,0	42,13	101
ODP	0	0	0	0	0	0
GWP	1	0	3	3	2088	1600

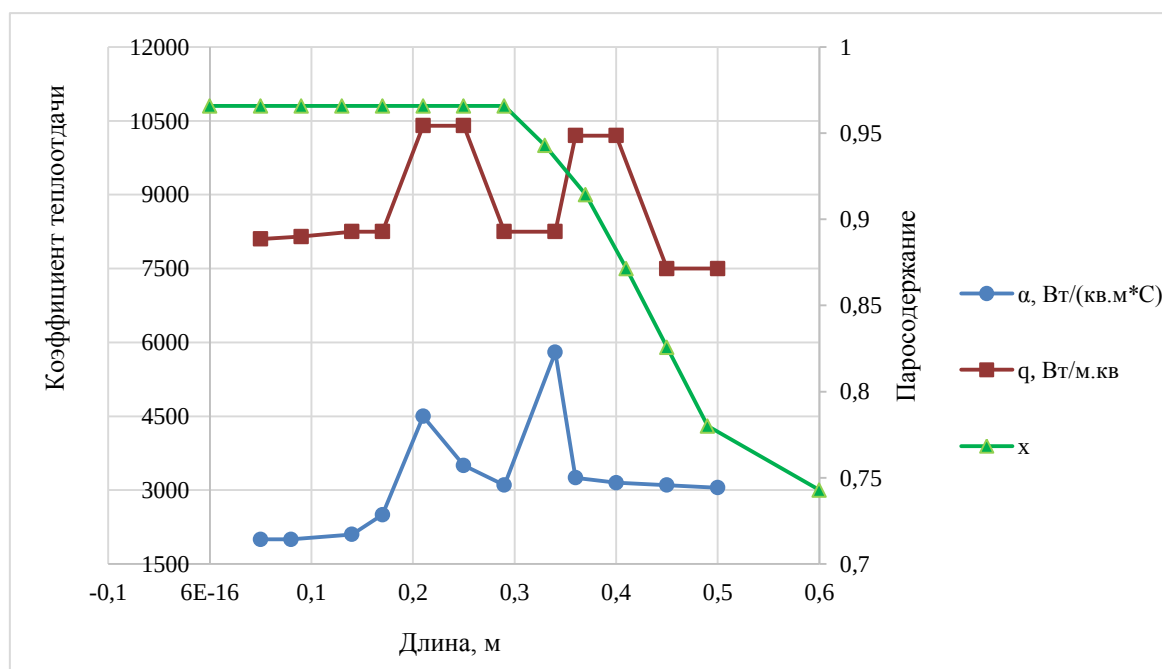


Рис. 1. Изменение коэффициента теплоотдачи при конденсации диоксида углерода [3]

На рис. 1 приведены результаты исследования процесса конденсации диоксида углерода в тестовой секции размером $D \times Ш \times В$ 500×20×2 с эквивалентным диаметром канала $D_{\text{экв}}=1,31$ мм при удельном массовом расходе $G=213,8$ кг/(м²·с).

Как видно из графика на рис. 1 коэффициент теплоотдачи имеет большие значения при больших значениях паросодержания, при этом максимальному значению коэффициента теплоотдачи соответствует паросодержание около 0,82, при котором коэффициент теплоотдачи достигает значения 6000 Вт/(м²·°C).

На графике на рис. 2 представлено изменение коэффициента теплоотдачи при конденсации пропана в тестовой секции размером $D \times Ш \times В$ 259×19×1,9 с эквивалентным диаметром канала $D_{\text{экв}}=1,16$ мм при различных удельных массовых расходах и температурах насыщения. Как видно из диаграммы, отслеживается динамика снижения коэффициента теплоотдачи при уменьшении паросодержания. При различных скоростях в канале максимальный коэффициент теплоотдачи находится в пределах от 5500 до 6800 Вт/(м²·°C).

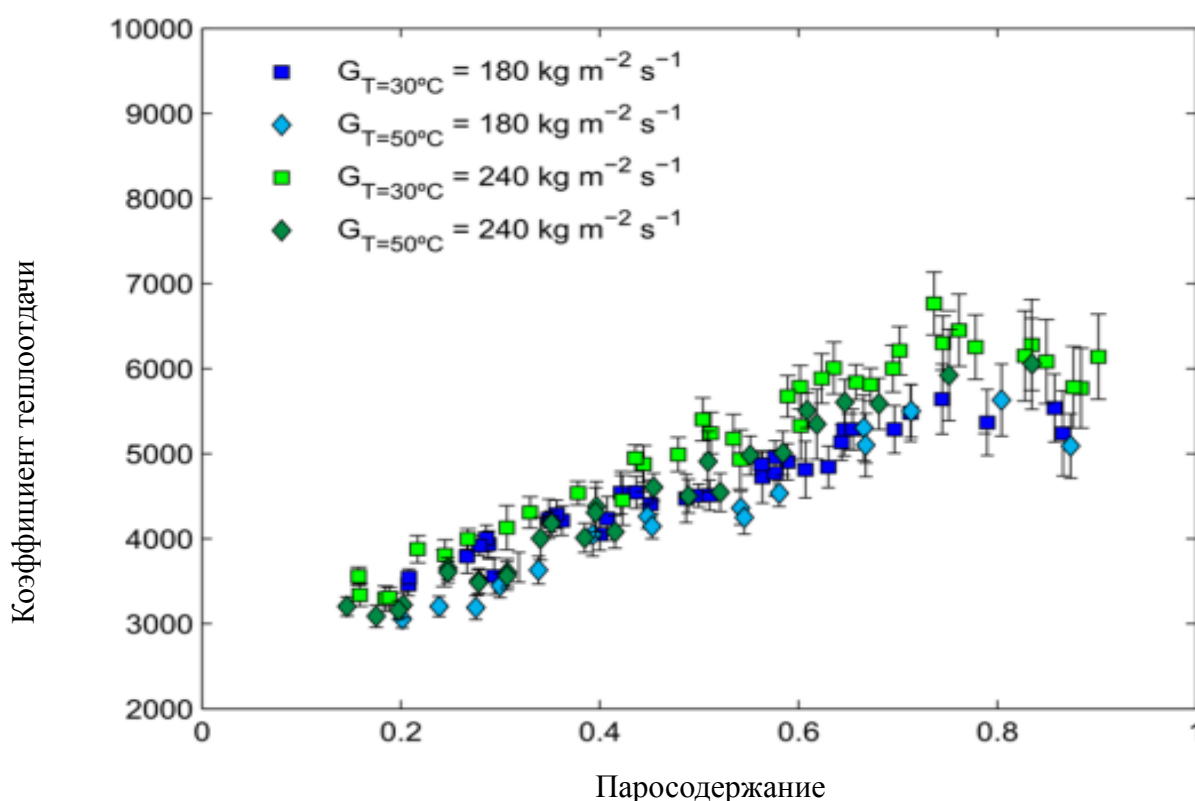


Рис. 2. Изменение коэффициента теплоотдачи при конденсации пропана [4]

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что конденсация натуральных холодильных агентов в конденсаторах с каналами малых размеров характеризуется высокими коэффициентами теплоотдачи, что позволит уменьшить габариты теплообменных аппаратов, тем самым снизить емкость рабочего вещества в холодильной системе, а также дает возможность снижать температуру конденсации, что приводит к повышению энергоэффективности холодильной системы.

Литература

1. Филатов А.С., Крупененков Н.Ф. Состояние исследований в области изучения процессов конденсации в каналах малых размеров // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Холодильная техника и кондиционирование. – 2015. – № 4(20). – С. 40–45.
2. Микроканальные теплообменники Danfoss // Холодильная техника. – 2016. – № 6. – С. 37–38.

3. Xiulan H. Shigeru K. An Experimental Study of Carbon Dioxide Condensation in Mini Channels // Journal of Thermal Science. – V. 13. – № 4. – P. 358–365.
4. Hrnjak P.S. and A.D. Litch. Microchannel Heat Exchangers for Charge Minimization in Air-Cooled Ammonia Condensers and Chillers // International Journal of Refrigeration. – 2008. – V. 31. – № 4. – P. 658–668.



Филимонова Татьяна Анатольевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, группа № Т4216

Направление подготовки: 19.04.02 – Продукты питания

из растительного сырья

e-mail: prosto_tania@inbox.ru

УДК 664.664.41; 664.664.42; 664.664.43; 664.665

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА АЛЛЕРГЕНОВ В СЫРЬЕ, ПОЛУФАБРИКАТАХ И ГОТОВЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА, СОИ, ЯЙЦА

Филимонова Т.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Кузнецова Л.И.

В работе описаны результаты исследований определения количества аллергенов в продуктах (цельное молоко, изолят соевого белка, жидкий куриный меланж), содержащих ценные белки, в полуфабрикатах и готовых хлебобулочных изделиях с добавлением продуктов молока, сои, яйца, с целью повышения биологической ценности и снижением аллергенности в готовом безглютеновом хлебе.

Ключевые слова: антигенность, аллергия, продукты питания, хлеб, хлебобулочные изделия, полуфабрикаты, белок, соя, молоко, яйцо.

Актуальностью данной темы является влияние молочнокислого и спиртового брожения, протекающего в процессе приготовления безглютенового хлеба, на снижение аллергенности соевого, яичного и молочного белков, входящих в состав полуфабрикатов (опара, закваска, тесто) и хлеба.

Целиакия, глютеновая энтеропатия, нетропическое спру – хроническое воспалительное состояние, связанное с травмированием слизистой тонкого кишечника глютеном (белковая фракция нерастворимая в воде и 0,5М растворе NaCl) злаковых: пшеницы, ржи, ячменя. Основа лечения целиакии – безглютеновая диета, характеризующаяся полным исключением муки и продуктов переработки злаковых культур [1].

Отсутствие в безглютеновой диете продуктов переработки злаков ведет к резкому снижению содержания белков, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ в хлебе, соответственно и снижению суточного потребления, приводящего к развитию различных заболеваний.

Антигенностью обладают практически все продукты питания. Антигенные свойства изучены более или менее у продуктов питания, вызывающих аллергию чаще других. У продуктов белкового происхождения, растительного и животного, наиболее выражены сенсибилизирующие свойства [2].

Белковая недостаточность, приводящая к мышечной дистрофии, одно из основных заболеваний, сопровождающихся с целиакией. Обогащение безглютенового хлеба полноценными белками, содержащимися в коровьем молоке, куриных яйцах и сои, является целесообразным.

Пищевые аллергены в коровьем молоке, сое и яичных продуктах являются наиболее сильными и часто встречающимися.

В коровьем молоке содержится около 20 белков, каждый из которых обладает различной степенью антигенности. Обладая высокой биологической ценностью, молочные продукты характеризуются и высоким аллергическим потенциалом, что ограничивает их использование в хлебобулочных изделиях функционального и диетического питания. Сильными аллергенами могут являться казеин, α -лактальбумин, β -лактоглобулин, альбумин бычьей сыворотки и бычий γ -глобулин. Самым сильным сенсибилизирующим аллергеном молока является лактоглобулин. Антигенная активность казеина сравнительно низка, а его содержание в молоке составляет около 78–87% от всех белков [2].

Яичный белок в своем составе содержит около 20 аллергенов. Желток считается менее аллергенным. Особое внимание уделяется аллергенам протеинов белка яиц: овомукоид, овальбумин, кональбумин, лизоцим. Наиболее стабильный и активный аллерген – овомукоид. Аллергические реакции могут развиваться и на белок яичного желтка – ливетин [2].

Наиболее активным считается овомукоид, являющийся ингибитором трипсина и способный длительно сохранять свои антигенные свойства в кишечнике. Аллергенные свойства желтка выражены в меньшей степени, чем белка.

Соя и продукты ее переработки являются самыми важными питательными веществами из семейства бобовых. Соевые продукты используют в производстве пищевых продуктов практически без ограничений. Распространенность аллергии на сою и продукты ее переработки составляю около 0,4%. Было идентифицировано около 16 аллергенов сои. Основными аллергенами сои являются – соевый гидрофобный белок; соевый профилин; соевый белок жмыха; соевый вакуолярный белок; глицинин; β -конглицинин [3].

Представленные аллергены в коровьем молоке, яйце куриц и изоляте соевого белка имеют различную стабильность к биотехнологической и термической обработке.

В соответствии с вышесказанным разработано три рецептуры на основе классической безглютеновой смеси: первая – с цельным молоком; вторая – с изолятом соевого белка; третья – с жидким куриным меланжем [4].

Приготовление безглютенового хлеба осуществлялось безопасным способом. Для выделения целевых аллергенов исследовали метод иммуноферментного анализа, который позволяет определить количество исследуемых аллергенов в сырье, полуфабрикате и готовом изделии.

Количества аллергенов для сравнения изначально проверяли в исходном сырье, затем в тестовых заготовках сразу после замеса и после брожения, в готовом остывшем безглютеновом хлебе с добавлением изолята соевого белка, цельного молока, жидкого куриного меланжа (в зависимости от рецептуры). Данные представлены в таблице.

Таблица. Результаты количества исследуемых аллергенов

Наименование веществ в полуфабрикатах и хлебе с использованием	Содержание веществ, ppm (мг/мл экстракта)			
	Исходное сырье	До брожения теста	После брожения теста	В готовом хлебе
цельного молока				
362-бета-лактаглобулин	9067 (0,9067)	152 (0,0152)	89 (0,0089)	0
белок, г/г	9,57	1,60	0,94	0,97
жидкого куриного меланжа				
361-оватрансферрин	37320 (3,7320)	1297 (0,1297)	1400 (0,1400)	0
белок, г/г	9,814	1,996	0,309	0,612
изолята соевого белка				
384n-beta-Conglycinin	2000(0,2)	19 (0,0019)	39 (0,0039)	0
384t-SBTI, ppm	250(0,025)	48 (0,0048)	22 (0,0022)	0
белок, г/г	46,005	3,064	0,330	0,607

В ходе исследований в тестовой заготовке с использованием молока сухого цельного содержание аллергенов в 60–80 раз больше, чем на молоке цельном, при одинаковом содержании белка. Уровень аллергенов после выпечки имеет значение ниже рекомендуемого. Снижение белка в ходе технологического процесса снижается на 40%, это связано с частичным ферментативным гидролизом и трудностью экстракции.

В результате проведенных исследований было теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что в ходе технологического процесса – брожения, выпечки происходит существенное снижение аллергенов.

Полученные результаты исследования направлены на решение проблемы белковой недостаточности населения, в том числе людей, имеющих аллергические реакции на белок молока и злаковых культур. Решение проблемы достигается путем разработки технологии, позволяющей снизить аллергенность используемого сырья и расширить ассортимент хлебобулочных изделий с высоким содержанием полноценного белка.

Литература

- 1 Managing allergens in food processing establishments [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://americanbakers.org/wp-content/uploads/2012/10/GMA-ManagingAllergens9_09.pdf, своб.
- 2 Барановский, А.Ю. Диетология. – Изд-во Питер, 2008. – С. 778–787.
- 3 Лусс Л.В. Пищевая аллергия // Аллергия, астма и клиническая иммунология. – 2002. – Т. 6. – № 12. – С. 3–14.
- 4 Куршева Д.Б. Пищевая непереносимость [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.slideboom.com/presentations/1611818/>, своб.



Фролова Анастасия Александровна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4230

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: frolovaledy@mail.ru



Сергиенко Ольга Ивановна

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент
e-mail: oisergienko@ya.ru

УДК 537.638.5

МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ: СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ АСПЕКТОВ

Фролова А.А., Сергиенко О.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сергиенко О.И.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

В работе проведен SWOT-анализ магнитокалорических холодильников и паровых компрессионных машин по экологическим, экономическим и социальным аспектам. Дан краткий обзор существующих магнитокалорических холодильных систем. По экологическим показателям магнитокалорические холодильники превосходят традиционные, но определяющим их развитие остается экономический фактор.

Ключевые слова: магнитокалорический эффект, магнитный холодильник, магнитокалорическая система кондиционирования воздуха, SWOT-анализ, парокомпрессионные машины, гадолиний.

Как известно, одним из недостатков распространенных систем охлаждения, использующих хладагенты, является их воздействие на озоновый слой. Технология охлаждения, основанная на магнитокалорическом эффекте (МКЭ), позволяет уменьшить влияние на окружающую среду, снизив эмиссии газов в атмосферу. **Целью исследования** являлась систематизация и выявление экологических, экономических и социальных аспектов воздействия на окружающую среду и здоровье человека охлаждающего устройства, использующего МКЭ. Задачи исследования: поиск и анализ литературных данных; рассмотрение существующих прототипов и моделей; изучение технологических процессов получения материалов; проведение оценки жизненного цикла охлаждающего устройства; проведение SWOT-анализа магнитокалорических (МК) и традиционных холодильников.

МКЭ основан на изменении температуры магнетика при адиабатическом изменении напряженности магнитного поля (МП) вследствие перераспределения внутренней энергии материала [1–3]. Прототипы и модели некоторых МК-систем охлаждения приведены в табл. 1 [4].

Таблица 1. Прототипы охлаждающих систем

Создатель	Магнетик	Характеристики	Год
G.V. Brown (США)	Гадолиний	Прототип МК-холодильника; мощность МП – 7 Тл	1976
W.A. Steyert (США)	Гадолиний	Магнитокалорический двигатель	1978
Tetsuji Okamura (Япония)	Сплавы на основе гадолиния	Вращались магниты (неодимовые); мощность охлаждения – 60 Вт	2003
Космическая корпорация (США)	Гадолиний (порошок)	Индукция МП – 1,5 Тл; диапазон температур – 12 К; мощность охлаждения – 220 Вт	2007
Челябинский государственный университет	Сплавы на основе гадолиния	Магнит – Ni-Mn-Ga; индукция – 1 Тл; мощность – 40 Вт	2007
Сычуаньский университет (Китай)	Гадолиний в пористой форме (1 кг)	Постоянные магниты: сплавы NdFeB и FeCoV; индукция МП – 1,5 Тл; теплоноситель – вода; диапазон температур – 11,5 К	2007
Омский государственный технический университет (Россия)	Гадолиний	МК двигатель; речной транспорт; носители: вода и воздух; запуск установки при разности температур в 5–10°C	2011
		Магнитокалорическая система кондиционирования воздуха	2011
Cooltech Applications (Франция)	не указано	Первый холодильник (Magnetic Refrigeration System) в продаже; магнитные поля сравнимы с обычным магнитом на дверце холодильника; температура внутри +2–5°C; холодопроизводительность: 200–700 Вт; первый медицинский холодильник	2016

Наибольшее коммерческое применение среди МК-холодильников получили холодильники (МКХ) для напитков и медицинского применения компании Cooltech Applications (Франция). Среди российских разработок интерес вызывают магнитокалорические системы кондиционирования воздуха (МСКВ), работающие по обратному термодинамическому циклу (охлаждение) и по прямому (нагрев) [4]. Впервые МСКВ были установлены на речном транспорте. Холодопроизводительность МСКВ зависит от разности температур в теплообменниках, теплоты сгорания топлива, числа зон сильного магнитного поля, материала ротора, размеров и массы [4].

В табл. 2–4 приведены результаты SWOT-анализа МКХ и парокомпрессионных машин (ПКМ) по экологическим, экономическим и социальным аспектам.

Таблица 2. SWOT-анализ по экологическим аспектам

МКХ	ПКМ	МКХ	ПКМ
S – Strengths (сильные стороны)		W – Weaknesses (слабые стороны)	
Рабочее тело в твердом состоянии	Быстрое охлаждение и замораживание	Использование редкоземельных металлов	Опасный холодильный агент
Снижение уровня шума (менее 35 дБ)	Переход к «озонобезопасным» хладагентам	Использование магнитов	Движущиеся части
Экологически безопасные носители (вода/воздух)	Уровень шума некоторых моделей не превышает установленных норм	Малоизученный процесс	Большой размер холодильной машины
O – Opportunities (возможности)		T – Threats (угрозы)	
Долговечность	Изученный процесс	Магнитные поля	Утечка хладагента
Надежность	Широкое применение	Проблемы добычи материалов	Частые поломки
			Необходима утилизация хладагона
Возможно повторное применение			Высокий GWP

Таблица 3. SWOT-анализ по экономическим аспектам

МКХ	ПКМ	МКХ	ПКМ
S – Strengths (сильные стороны)		W – Weaknesses (слабые стороны)	
Снизится энергопотребление	Разные классы энергопотребления (A++, A+, A – G)	Высокая стоимость магнетика	Закупка хладагентов (ХА) в других странах
Замкнутый цикл для носителей. Носители экологически безопасны (вода)	Доступны для простого пользователя	Требуется энергия для работы ротора и насосов	Дороговизна смазочных масел
O – Opportunities (возможности)		T – Threats (угрозы)	
Большой срок эксплуатации	Рекламная поддержка	Замена магнитов	Ремонт / замена частей
Малые габариты	Широкое применение	Поломки ротора / насосов	Срок службы 7–10 лет в домашних условиях
Носитель можно применять повторно			При утечке ХА – залить новый

По экологическим аспектам на стадии эксплуатации МКХ выглядят привлекательнее, чем традиционные холодильники. Сдерживающими факторами являются получение магнетиков и магнитные поля на стадии производства и эксплуатации. Некоторые производители указывают, что магнитные поля находятся в допустимых пределах (Cooltech Applications).

Таблица 4. SWOT-анализ по социальным аспектам

МКХ	ПКМ	МКХ	ПКМ
S – Strengths (сильные стороны)		W – Weaknesses (слабые стороны)	
Надежность	Известная система	Боязнь магнитных полей	Много движущихся частей
Износостойкость	Доверие к производителям	МК-охлаждение находится на стадии поиска других материалов (магнетиков) и конструкций	Необходим контроль и уход за системой
Низкий уровень шума и вибраций			
O – Opportunities (возможности)		T – Threats (угрозы)	
Большой срок эксплуатации	Широкое применение	Магнитные поля	Токсичность элементов
Применение во многих сферах			Поражение током
Малые габариты			Взрывоопасность

Низкий уровень шума и вибрации, безопасные для человека и окружающей среды носители, долговечность и износостойкость, взрыво- и пожаробезопасность обеспечивают и большой социальный эффект МКХ по сравнению с ПКМ при эксплуатации. Более низкие эксплуатационные затраты МКХ обеспечиваются за счет низкого энергопотребления, дешевых и нетоксичных носителей, долговечности и износостойкости конструкции. Данные по капитальным затратам МКХ в литературе практически отсутствуют, однако высокая стоимость магнетиков, по-видимому, приведет к значительному удорожанию МКХ по сравнению с традиционными аналогами.

Поскольку определяющими в продвижении МКХ будут оставаться экономические аспекты, в дальнейшей работе будет рассматриваться сравнительный анализ затрат и результатов холодильников для напитков: МКХ производства Cooltech Applications (Франция) и традиционных ПКМ производства компании Bosh (Германия).

Литература

1. Булат Л.П. Твердотельные охлаждающие системы // Термоэлектричество. – 2007. – № 3. – С. 10–17.
2. Тишина Е.Н. Магнитное охлаждение – уже реальность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.amtc.ru/publications/articles/2054/?SHOWALL_1=1, своб.
3. Bingfeng Yu et al. A review of magnetic refrigerator and heat pump prototypes built before the year 2010 // International Journal of Refrigeration. – 2010. – № 6. – V. 33. – P. 1029–1060.
4. Карагусов В.И. Магнитокалорический кондиционер на природном газе для речных судов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 2. – С. 44–47.

**Хмара Елена Павловна**

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4130Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: 2904helen2014@gmail.com**Юльметова Ралия Фагимовна**

Год рождения: 1957

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.хим.н., доцент

e-mail: liya974@mail.ru

УДК 67.08

**ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ В ООО «ВОЗДУШНЫЕ ВОРОТА СЕВЕРНОЙ
СТОЛИЦЫ» АЭРОПОРТ ПУЛКОВО****Хмара Е.П., Юльметова Р.Ф.****Научный руководитель – к.хим.н., доцент Юльметова Р.Ф.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

В работе рассмотрены способы обращения с отходами на основе данных ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы» аэропорт «Пулково», а также природоохранные и ресурсосберегающие технологии сбора отходов в аэропорту «Пулково». Приведен пример по снижению массы образующихся отходов путем внедрения новых технологий и систем.

Ключевые слова: отходы, аэропорт, утилизация, раздельный сбор, инсинераторная установка.

Объектом исследования выступила управляющая компания аэропорта «Пулково» ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы». Базой для исследования послужили ежегодные отчеты Общества по охране окружающей среды, данные промышленного экологического контроля.

ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы» – оператор аэропорта «Пулково», стремится к постоянному снижению негативного воздействия аэропорта на окружающую среду. Пассажиропоток аэропорта постоянно растет, что означает и увеличение объема отходов. С 2013 года ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы» ввело в эксплуатацию систему раздельного сбора мусора на территории пассажирского терминала и бизнес-центра. Таким образом, аэропорт Санкт-Петербурга стал одним из первых в России, чьи цели по снижению негативного воздействия на окружающую среду реализуются на практике. Благодаря внедрению новой системы более 70% отходов аэропорта являются вторичным сырьем и продукцией переработки [1].

Данная система раздельного сбора отходов в терминале аэропорта «Пулково», бизнес-центре предусматривает использование урн раздельного сбора отходов трех видов для таких фракций, как «Бумага, газеты, журналы»; «Тара» и «Прочий мусор». Такой селективный сбор уже на раннем этапе не допускает попадания на полигон, как минимум, половины из

того, что выбрасывают в урны посетители терминала и персонал аэропорта. Впоследствии селективно собранные отходы отправляются на сортировочный завод, где благодаря эффективной и современной технологии глубокой автоматизированной сортировки, отделяются виды пластмассы, алюминия, стекла, макулатуры, и получается готовое вторичное сырье для дальнейшей переработки и использования в хозяйственном обороте.

Основным видом деятельности Общества является управление операционной деятельностью аэропорта «Пулково», в том числе: организация авиаперевозок пассажиров и грузов, наземное обслуживание пассажиров и воздушных судов, управление движением воздушных судов, а также обеспечение безопасности при взлете и посадке. Основное количество отходов образуется при обслуживании пассажиропотока, а также оборудования, инженерных систем и коммуникаций, транспорта и других объектов инфраструктуры, находящихся в зоне ответственности Общества и обеспечивающих работу аэропорта.

Как совершенствование системы по управлению отходами ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы» аэропорт «Пулково», можно рассмотреть способ утилизации различных отходов посредством высокотемпературной обработки в специальных установках. Приспособленные для действия высоких температур установки позволяют практически полностью избавиться от образующихся отходов.

Специалисты петербургской компании «Турмалин» ввели в эксплуатацию в аэропорту Улан-Удэ (Бурятия) инсинератор ИН-50.02К для уничтожения отходов с воздушных судов. Аналогичная установка появится в международном аэропорту «Богашево» города Томска.

Инсинераторы ИН-50: установки для термического уничтожения и обезвреживания отходов. Имеют положительное заключение Государственной экологической экспертизы федерального уровня (Росприроднадзор). Технология соответствует Директиве ЕС 2000/76. Выпускаются в стационарном, контейнерном (перемещаемом) и мобильном исполнениях и могут применяться как самостоятельные установки и в составе мусоросжигательных заводов [2].

Основные виды уничтожаемых отходов: твердые, жидкие, пастообразные химические, медицинские, отходы фармацевтических производств, биологические, промышленные (в том числе нефтешламы), сельскохозяйственные отходы (в том числе загрязненные пестицидами), иловые осадки сточных вод, твердые бытовые отходы. Производительность комплексов на базе инсинераторов ИН-50 – от 40 до 5000 кг/ч [3].

Любой аэропорт оказывает значительное воздействие на различные компоненты окружающей среды. Загрязняет атмосферу за счет выбросов загрязненных веществ в воздух. Загрязнение гидро- и педосферы происходит за счет сточных вод с территорий аэродромов и взлетно-посадочных полос. Не стоит забывать про шумовое, световое и тепловое загрязнения, влияющие на флору и фауну примыкающих к аэропорту территорий. Самым большим звеном по объемам влияния на окружающую среду являются отходы производства и потребления. В аэропорту Пулково налажена четкая система по вывозу и утилизации отходов. Общество осуществляет программу по раздельному сбору мусора на территории аэропорта. ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы» сотрудничает с различными компаниями по утилизации различных видов отходов. Самый крупный блок – это сбор и утилизация бумаги. Таким образом, ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы» развивает природоохранную деятельность на территории аэропорта.

Литература

1. Годовой отчет по охране окружающей среды ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы» аэропорт «Пулково» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://refdb.ru/look/2254456-pall.html>, своб.
2. Промышленный экологический контроль ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы» Аэропорт «Пулково».
3. Российская инсинераторостроительная компания № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://turmalin.su/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=77, своб.

**Цупка Сергей Александрович**

Год рождения: 1992

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра электронных и термических материалов, аспирант

Направление подготовки: 22.06.01 – Технологии материалов

e-mail: Sergey_spb92@mail.ru

**Вологжанина Светлана Антониновна**

Год рождения: 1961

Факультет низкотемпературной энергетики, кафедра электронных и термических материалов, д.т.н., доцент

e-mail: svet_spb@mail.ru

УДК 669.14.018

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ АУСТЕНИТИЗАЦИИ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ
АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ТАНКОВ СУДОВ-ГАЗОВОЗОВ****Цупка С.А., Вологжанина С.А.****Научный руководитель – д.т.н., доцент Вологжанина С.А.**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615876 «Повышение энергетической эффективности и экологической безопасности систем хладоснабжения и кондиционирования».

В работе приведены результаты исследования по оценке температуры аустенитизации на свойства метастабильных аустенитных сталей (МАС). Даны рекомендации по выбору режима предварительной термической обработки, обеспечивающей получение мелкозернистой аустенитной структуры и комплекс свойств для возможного применения МАС при изготовлении танков судов-газовозов.

Ключевые слова: метастабильная аустенитная сталь, термическая обработка, аустенитизация, статическое нагружение, динамическое нагружение.

Одним из способов доставки сжиженных природных газов на дальние расстояния является их транспортирование морским путем. Для этого необходимо изготовление специализированного судна-газовоза. При этом одной из проблем является выбор материала для грузовых танков. Сложность в этом случае заключается в том, что сжиженные газы имеют весьма низкие температуры до -162°C . Кроме того, для танков судов-газовозов характерны сравнительно медленно меняющиеся нагрузки на тихой воде и резко изменяющиеся при сильном волнении, переходящие в динамические удары при швартовке или возможной посадке на мели. Металл танка может находиться в объемном напряженном состоянии, испытывая при этом статическую, динамическую и знакопеременную нагрузки. В связи с этим оправдан выбор метастабильных аустенитных сталей (МАС), которые способны обеспечить высокий комплекс свойств и работоспособность материала танков судов-газовозов [1]. Сравнительно низкий предел текучести при комнатных температурах сочетается в таких сталях с достаточно высокими значениями пластичности и вязкости разрушения при криогенных температурах. Такие необычные свойства обусловлены протеканием в процессе пластической деформации деформационных мартенситных превращений (ДМП) и вызванной этими превращениями высокой способностью к деформационному упрочнению аустенита [2]. Высокие значения пластических характеристик и ударной вязкости при криогенных температурах обусловлены

происходящим при низкотемпературной деформации мартенситным $\gamma \rightarrow \alpha$ превращением и связанным с ним эффектом «пластичности, наведенной превращением» (ПНП-эффектом) [3].

Для получения аустенитной структуры химический состав исследованных сталей (табл. 1) подбирали с учетом диаграммы Шеффлера [2] и работ [3, 4].

Таблица 1. Химический состав исследуемых сталей

№ плавки	C	Cr	Ni	Mn	V	N	Ce	Ca	Ba	V/(C+N)
1	0,04	15,04	9,21	7,91	–	–	0,018	0,004	0,005	–
2	0,04	15,21	9,16	7,75	0,90	0,23	0,016	0,005	0,006	3,1
3	0,05	15,15	9,08	7,73	1,08	0,32	0,017	0,004	0,005	2,9
4	0,04	14,93	9,00	7,85	1,39	0,33	0,014	0,005	0,005	3,6
5	0,05	15,53	9,20	7,95	1,43	0,28	0,019	0,006	0,005	4,3
6	0,04	15,22	9,06	8,20	0,87	0,36	0,015	0,005	0,005	2,1

Температура аустенитизации играет существенную роль в формировании механических свойств Cr-Ni-Mn метастабильных аустенитных сталей. Оценку механических свойств проводили в ходе специальных испытаний. Для оценки характеристик прочности и пластичности были выбраны пятикратные цилиндрические гладкие образцы с диаметром рабочей части 6 мм и длиной 30 мм (тип 1 № 4 к по ГОСТ 22706-77). Прочностные характеристики материала определяли по диаграмме «нагрузка-деформация». Динамический изгиб образцов с острым надрезом типа 11 по ГОСТ 9454-78 проводили на маятниковом копре МК-30 с запасом энергии 300 Дж.

Как видно из табл. 2 и рисунка, повышение ударной вязкости (KCV) сталей при всех температурах испытаний происходит при температуре аустенитизации 1303–1353 К.

Таблица 2. Механические свойства исследованных сталей

№ плавки	σ _B , МПа			σ _{0,2} , МПа			δ ₅ , %			KCV, МДж/м ²		
	при температуре испытаний, К											
	293	77	20	293	77	20	293	77	20	293	77	20
после аустенитизации												
1	725	1120	1360	260	560	610	65	62	43	2,96	2,47	2,24
2	760	1160	1290	375	540	800	50	48	27	2,75	2,40	2,10
3	786	1190	1380	393	563	832	46	39	25	2,60	2,20	1,85
4	794	1210	1290	400	584	861	46	38	23	2,60	2,21	1,87
5	778	1180	1360	386	560	812	48	45	36	2,70	2,36	2,03
6	804	1320	1500	400	640	872	43	34	20	2,25	2,10	1,60

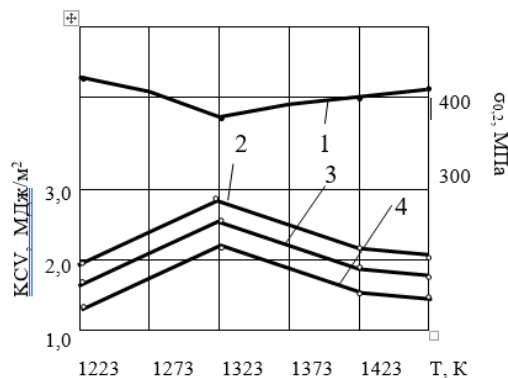


Рисунок. Зависимость механических свойств стали плавки 2 от температуры аустенитизации: 1 – $\sigma_{0,2}^{293K}$; 2 – KCV^{293K} ; 3 – KCV^{77K} ; 4 – KCV^{20K}

Дальнейшее повышение температуры аустенитизации из-за растворения карбонитридов и начинающегося роста зерна приводит к снижению значений ударной

вязкости. Значения предела текучести при комнатной температуре с увеличением температуры аустенитизации сначала незначительно понижаются, а затем несколько повышаются. Таким образом, оптимальный уровень температур нагрева при аустенитизации для исследуемых сталей составляют 1303–1353 К. Таким образом, для предварительной термической обработки опытных сталей была выбрана температура аустенитизации 1323 К [5].

Литература

1. Вологжанина С.А., Иголкин А.Ф., Цупка С.А., Беляев Н.С. К вопросу о выборе материалов для танков судов-газовозов // Хладостойкость, новые технологии для техники и конструкций Севера и Арктики: труды Всероссийской конференции с международным участием. – 2016. – С. 237–241.
2. Schaeffler A.L. Constitution diagram for stainless steel weld metal // Metal Progress. – 1949. – V. 56. – P. 680–686.
3. Солнцев Ю.П., Пирайнен В.Ю., Вологжанина С.А. Материаловедение специальных отраслей машиностроения. – СПб.: Химиздат, 2007. – 784 с.
4. Титова Т.И., Шульган Н.А., Боровской А.С. и др. Анализ зависимости длительной прочности сварных соединений хромомолибденованадиевой стали от химического состава // Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика: материалы 17-й Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 77–84.
5. Fang X.F., Dahl W. Strain Hardening and transformation mechanism of deformation-induced martensite transformation in metastable austenitic stainless steels // Mater Sci and Eng. – 1991. – № 2. – P. 189–198.



Чебан Христина Валериевна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4230

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: x.cheban@yandex.ru



Ульянов Николай Борисович

Год рождения: 1954

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

e-mail: nicbor.vlian@outlook.com

УДК 628.3

КЛАССИФИКАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД – ОСНОВА ВЫБОРА ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОКОВ Чебан Х.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ульянов Н.Б.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

Анализ классификации сточных вод производств, как основной составляющей прогнозирования оптимальной технологии очистки сточных вод.

Ключевые слова: сточные воды, методы очистки сточных вод.

Проблема очистки сточных вод очень актуальна на сегодняшний день, так как водные объекты реально и необратимо уничтожаются, традиционные технологии не всегда справляются – последствия могут быть необратимыми для всех.

Определение классификации сточных вод для производства является предпосылкой для дальнейшего выбора метода и схемы очистки.

Производство алюминиевой тары [1] включает в себя множество технологических процессов, связанных с потреблением воды и образованием загрязненных стоков, основная часть которых не может быть сброшена без предварительной очистки в городскую систему водоотведения или в водоем.

Процессы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и ливневых (поверхностных) сточных вод освоены достаточно хорошо. Наибольший интерес вызывает преобладающая по объему группа производственных сточных вод, представляющая собой огромное поле деятельности в выборе наилучших доступных технологий.

Концентрация загрязнений в сточных водах определяется техпроцессом основного производства, концентрацией применяемых растворов, конфигурацией обрабатываемых деталей, схемой и аппаратурным оформлением межоперационных промывок.

Стоки предприятия по производству алюминиевой тары имеют состав загрязняющих веществ, близкий к образующимся в процессах обработки металлов, а принимаемые технические решения по очистным сооружениям должны учитывать специфику этого стока и накопленного на сегодняшний день опыта в этой отрасли.

По результатам экологического обследования очистных сооружений предприятия по производству алюминиевой тары [1] можно выделить основные, наиболее часто встречающиеся загрязнители: минеральные (хлориды, сульфаты, сульфиды); щелочи (входят в состав обезжиривающих растворов); металлы (железо, никель, медь, алюминий); фосфаты; синтетические поверхностно-активные вещества; нефтепродукты; органические вещества (красители).

Объединив загрязнения по характерным признакам и методам их очистки, сточные воды производства можно разделить на: механические – повышение содержания механических примесей, свойственное в основном поверхностным видам загрязнений; химические – наличие в воде органических и неорганических веществ токсического и нетоксического действия.

Методы и схемы очистки стоков достаточно хорошо изучены (традиционным из которых является реагентный метод, как наиболее эффективный и оптимальный по финансовым затратам) и определяются требованиями к качеству очищенной воды. При решении задач создания замкнутой системы водопользования малоотходных и безотходных технологий, стоки следует классифицировать на более низкие уровни до стадий отдельных операций [2]. Разделение сточных вод предприятия на потоки в основном определяет эффективность решения задач обезвреживания и утилизации отходов, создания современных автоматизированных систем водопользования, где локальные системы очистки, устанавливаемые на месте генерации загрязнений, открывают широкие возможности для оптимизации, реализуя значительные резервы, повышения технико-экономической эффективности проводимых мероприятий.

Литература

1. Семьина Г.А., Ульянов Н.Б. Анализ работы очистных сооружений на предприятии металлообработки // Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов: сб. докладов III Международной молодежной научной конференции. – 2015. – Ч. 3. – С. 38–42.

2. Найденко В.В., Губанов Л.Н. Очистка и утилизация промстоков гальванических производств. – Н. Новгород: ДЕКОМ, 1999. – 368 с.



Шевченко Мария Юрьевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, группа № Т4227

Направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения

e-mail: maria-shevchenko94@mail.ru



Забодалова Людмила Александровна

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра прикладной биотехнологии, д.т.н., профессор

e-mail: zabodalova@gmail.com

УДК 637.146.3

ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА И ОТРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО НАПИТКА С ОНКОПРОТЕКТОРНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Шевченко М.Ю., Забодалова Л.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Забодалова Л.А.

В работе рассмотрена возможность применения в качестве сырьевого ингредиента такого компонента как репа, выбран оптимальный способ его подготовки, а также стадии и интервал внесения с целью создания рецептуры ферментированного напитка с онкопротекторными свойствами.

Ключевые слова: репа, разработка рецептуры, сульфорафан, глюкорафанин, ферментированный напиток, онкопротектор.

В настоящее время остро встает вопрос о необходимости создания пищевых продуктов, обладающих лечебно-профилактическими свойствами и оказывающих положительное физиологическое воздействие на человека, так как по прогнозам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в ближайшие двадцать лет число заболеваний раком возрастет примерно на 70% [1]. Важным аспектом создания такого рода продуктов является подбор компонентов, оказывающих благоприятное воздействие на организм человека.

При планировании компонентного состава продукта было решено использовать в качестве его основы обезжиренное молоко. Этот выбор обусловлен тем, что при профилактике онкологических заболеваний диетологи рекомендуют употреблять в пищу продукты с пониженным содержанием жира, а также получать животный белок из натуральных пищевых источников [2].

Также необходимо отметить, что производство продуктов питания на основе низкожирного молочного сырья экономически и экологически оправдано, так как при высокой биологической и низкой энергетической ценности целесообразно использовать его в целях расширения сырьевой базы молочной отрасли.

Существует ряд продуктов, рекомендованных к употреблению при профилактике онкозаболеваний. Так, в 2013 году ВОЗ опубликовала список продуктов, которые способны останавливать рост раковых клеток, укреплять иммунную систему, повышать общий тонус организма [3]. В этот список входят следующие продукты: брокколи, цветная капуста; соя и продукты из сои; красное вино; лук разных сортов и чеснок; репа; тыква; томаты и др.

При проведении экспериментальных исследований в качестве наполнителя использовался такой компонент, как репа: определяли ее количество, способ подготовки и стадии внесения, исследовали влияние на состав и свойства готового продукта.

Данный выбор обусловлен тем, что репа является распространенным, доступным и недорогим сырьевым источником, что весьма важно при выборе компонента, содержит глюкорафанин (предшественник сульфорафана) – вещество, известное своими мощными онкопротекторными и антидиабетическими свойствами.

При нарушении целостности растения (что происходит, например, при пережевывании) растительный фермент мирозиназа трансформирует глюкорафанин в сульфорафан, который является антибактериальным агентом и участвует в системе растительной защиты от инфекции.

Начальным этапом данного исследования являлось определение количества сульфорафана в различных сортах репы. Были исследованы такие сорта репы как «Белый шар», «Петровская-1», «Голден Болл», «Дуняша». Измерения проводились в соответствии с методикой, которая используется для оценки растительного сырья на содержание глюкозинолатов [4]. В табл. 1 представлены результаты данного исследования.

Таблица 1. Содержание сульфорафана в различных сортах репы

Сорт репы	Количество сульфорафана, мг/100 г
Белый шар	40±2,5
Петровская-1	51±2,5
Голден Болл	55±2,5
Дуняша	42±2,5

Исходя из данных, представленных в табл. 1 можно сделать вывод, что наибольшее количество сульфорафана содержится в репе сорта «Голден Болл».

При создании продукта с онкопротекторными свойствами на основе репы возникает проблема выбора способа тепловой обработки корнеплода, так как при повышенных режимах обработки происходит дестабилизация сульфорафана, денатурация белков, разрушение витаминов и реакции меланоидинообразования.

В ходе данного исследования производился выбор наиболее рационального способа подготовки компонента (репы) для снижения вышеперечисленных потерь. Применяли следующие способы тепловой обработки корнеплода: варка, запекание в духовом шкафу и приготовление пареной репы, затем определяли содержание сульфорафана в каждом образце. Результаты исследования представлены в табл. 2.

Таблица 2. Значение количества сульфорафана в зависимости от способа тепловой обработки

Способ обработки корнеплода	Количество сульфорафана, мг/100 г
Варка корнеплодов до размягчения	19±2,5
Запекание в духовом шкафу (150±5°C, 60–80 мин)	25±2,5
Приготовление пареной репы в стеклянной посуде и с добавлением воды (110±5°C, 60 мин)	30±2,5

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что наибольшее количество сульфорафана содержится в «пареной» репе.

Цель следующего этапа заключалась в выборе закваски для дальнейшей работы. Для выбора заквасочной культуры готовили два образца на восстановленном обезжиренном молоке с использованием закваски на чистой культуре ацидофильной палочки и йогуртной закваской CBL (термофильный стрептококк и болгарская палочка). Образцы перемешивали и помещали в термостат, где выдерживали в течение 5 ч, каждый час определяя титруемую и активную кислотность.

При использовании йогуртной закваски нарастание титруемой кислотности шло очень медленно, в конце сквашивания образовался слоистый, комковатый сгусток с большим количеством сыворотки.

При сквашивании закваской, содержащей ацидофильную палочку, титруемая кислотность к концу сквашивания составляла 90°Т, консистенция – однородная, в меру вязкая с наличием включений пюре репы, равномерно распределенных по всему объему образца.

На следующем этапе был определен интервал внесения пюре репы для дальнейшего исследования. Для этого пюре репы в количестве 15, 20, и 25% от массы заквашиваемого молока добавляли в пастеризованное молоко, а затем производили сквашивание полученной смеси ацидофильной закваской при температуре 38–40°С. В исследуемых образцах определяли органолептические и физико-химические (титруемую кислотность, рН) показатели. Экспериментально установлено, что с увеличением массовой доли овощного наполнителя титруемая кислотность нарастает более интенсивно по сравнению с контрольным образцом, т.е. внесение пюре репы позволяет несколько сократить продолжительность сквашивания смеси.

Органолептическая оценка сквашенного напитка показала, что все образцы обладали однородной, в меру вязкой консистенцией. Образец с массовой долей наполнителя 25% обладал приятным, в меру выраженным сладковато-пряным вкусом. Образцы с меньшим количеством наполнителя (15 и 20%) обладали менее выраженным вкусом.

Запах у всех образцов кисломолочного напитка – специфический, обусловленный видом вносимого наполнителя. На дальнейших стадиях разработки предполагается применять натуральный ароматизатор.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что наиболее рациональной дозой внесения овощного компонента является 25% от массы заквашиваемой смеси.

В настоящее время проводятся исследования по изысканию типа и дозы вносимого ароматизатора а также по определению структурно-механических показателей качества полученного продукта, расчет его пищевой и биологической ценности.

Литература

1. Ferlay J., Soerjomataram I., Ervik M., Dikshit R., Eser S., Mathers C. et al. Cancer incidence and mortality worldwide: Sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ijc.29210/epdf>, своб.
2. Брюзгин В.В. Лечебное питание при онкологических заболеваниях. Российский онкологический науч. центр им. Н.Н. Блохина. – М.: Эксмо, 2011. – 478 с.
3. Terry L.A. Health-promoting properties of fruit and vegetables. – London: UK, 2015. – 417 p.
4. А.с. 4039931/30-13. Способ определения глюкозинолатов в семенах крестоцветных / Н.С. Осин, П.С. Попов, А.А. Бородулина. – 24.04.1986.



Шкотова Татьяна Викторовна

Год рождения: 1977

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, к.т.н., доцент
e-mail: tatyashkotova@yandex.ru



Симакова Марина Александровна

Год рождения: 1991

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, аспирант
Направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии
e-mail: missis91@yandex.ru

УДК 664.66.022.39

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОАЛЛЕРГЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Шкотова Т.В., Симакова М.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Шкотова Т.В.

В современном мире у большинства людей наблюдается непереносимость глютена, а следовательно, хлебобулочных изделий. Таким образом, остро стоит вопрос создания новых видов продукции с заменой пшеничной муки другим видом муки.

Ключевые слова: аллергия, сбалансированное питание, мучное изделие, глютен, целиакия.

Правильное питание – главное условие здорового образа жизни человека, но технологии и разработки современного мира, социальные вопросы, разнообразие слоев общества повлекли за собой сотни проблем, главным образом связанных с функционированием человеческого организма. Одно из самых распространенных заболеваний в настоящее время – это аллергия, особая чувствительность организма к различным веществам, которая при контакте с ними проявляется всевозможными реакциями. Также у большинства людей есть проблема с лишним весом. Таким образом, в настоящее время остро стоит вопрос разработки низкоаллергенных продуктов для сбалансированного питания людей, нуждающихся в особом контроле своего рациона [1–4].

Как правило, у большого количества людей обнаруживается аллергия на глютен – и, в частности, на пшеницу. И как следует, существует необходимость создания новых видов продукции с данными качествами, усовершенствованным химическим составом, пониженной энергетической ценностью.

Технологические особенности производства мучных кондитерских изделий задают физические характеристики вносимых добавок и их количество. Принципиальным условием является и химический состав вносимой добавки. Более вероятно, с этой точки зрения, замена пшеничной муки другим видом муки.

Полба – это полудикий злак, в котором зерна покрыты пленкой. Полба – это вид пшеницы, который имеет большой спектр достоинства. Регулярное употребление в пищу полбы способствует укреплению иммунитета, нормализации уровня сахара в крови, улучшению работы сердечно-сосудистой, эндокринной, нервной, пищеварительной и репродуктивной систем, а также в значительной степени снижает риск развития анемии, инфекционных и онкологических заболеваний.

Полбу отличает низкое содержание глютена, поэтому полба является низкоаллергенным продуктом. Аллергическая реакция на глютен в полбе встречается редко, и люди с частичной непереносимостью глютена (целиакией) могут рассмотреть включение ее в свой рацион. Также продукты с низким содержанием глютена способствуют снижению массы тела.

В последнее время за свои ценные свойства получил широкое распространение такой продукт, как семена чиа. Это однолетнее растение рода шалфея, семена которого по питательным свойствам превосходят лен и сою. Семена произрастают в Южной Америке и культивируются с древних времен. Чиа служили одним из основных продуктов питания инков, майя и ацтеков. Семена чиа бывают двух видов: белые и черные. Разницы между ними нет, кроме как цветовой.

Семена чиа – натуральный органический продукт, готовый к употреблению. Семена чиа не является БАД, не содержит ГМО, глютен и холестерин, и особенно рекомендуется полным вегетарианцам. Этот экологически чистый продукт питания содержит большое количество витаминов и микроэлементов, улучшает состояние волос и ногтей, нормализует работу желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и снижает риск воспалительных процессов в организме.

Полезные свойства семян чиа используются для профилактики простудных заболеваний. Они надежно повышают иммунитет, защищая организм от вирусов. Зерна хорошо поддерживают жизненную энергию, повышают выносливость и придают силы.

Учитывая все вышесказанное, можно сделать вывод о том, что семена чиа в значительно большей мере начали применять в виде пищевых добавок.

Цель работы заключалась в следующем: разработать технологию производства низкоаллергенных мучных изделий из полбовой муки и из муки семян чиа.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить современное состояние вопроса производства низкоаллергенных мучных изделий;
- обосновать выбор сырья и определить рациональное соотношение компонентов в рецептуре;
- разработать технологическую схему производства изделий из полбяного слоеного дрожжевого теста;
- разработать аппаратное решение производства изделий из полбяного слоеного дрожжевого теста;
- произвести расчет пищевой и энергетической ценности;
- исследовать качественные показатели изделий из полбяного слоеного дрожжевого теста органолептическими и физико-химическими методами контроля (таблица).

Таблица. Химический состав муки пшеничной, муки полбы и муки из семян чиа

Показатели	Мука пшеничная	Мука полбы	Мука из семян Чиа
Влажность, %	14,00	11,00	7
Массовая доля сырого белка, %	10,80	16,98	23,5
Массовая доля жира, %	1,36	2,43	31,0

Литература

1. Андреев А.Н. Производство сдобных хлебобулочных изделий. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 480 с.
2. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного и макаронного производств. Учебник для студентов вузов / Под общ. ред. Л.И. Пучковой. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2002. – 416 с.

3. Пучкова Л.И., Поландова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 559 с.
4. Филиппов В.И., Кременевская М.И., Куцакова В.Е. Холодильная технология пищевых продуктов. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 572 с.



Щеглова Александра Егоровна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4130

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: alex.shcheglova@gmail.com



Петрова Оксана Владимировна

Год рождения: 1979

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.хим.н., доцент

e-mail:oksanapetrova79@mail.ru

УДК504.4.054

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ

Щеглова А.Е., Петрова О.В.

Научный руководитель – к.хим.н., доцент Петрова О.В.

В работе приведены результаты статистической обработки данных лабораторных исследований качества питьевой воды в подземных источниках питьевого водоснабжения Приозерского участка Центральной дирекции по тепловодоснабжению – филиала ОАО «РЖД» в Приозерском районе Ленинградской области, находящихся под влиянием железной дороги.

Ключевые слова: экомониторинг, подземные источники, питьевая вода, динамическое наблюдение, воздействие железной дороги.

Объектами исследования качества питьевой воды стали артезианские скважины на железнодорожных станциях «Орехово» и «Сосново» Ленинградской области (таблица). Анализ качества питьевой воды проводился в рамках динамического наблюдения на базе Октябрьского Дорожного филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту» по заказу ОАО «РЖД». Базой для исследования послужили ежеквартальные отчеты по основным физико-химическим, химическим и микробиологическим показателям, а также данные радиологических исследований проб, проводившихся два раза в год. Исследования проводились на соответствии требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01, СанПиН 2.6.1.2523-09 и ГОСТ 2761-84 в течение трех лет, с 2013 по 2016 гг. по показателям: содержание общего железа, марганца, окисляемость, цветность, радиологические и микробиологические показатели. Были проанализированы только те показатели, по которым были зафиксированы превышения в ежегодных и ежеквартальных отчетах.

Таблица. Основные характеристики скважин [1]

Характеристика	Сосново		Орехово	
Номер скважины	1	2	1	2
Глубина скважин, м	156	158	28	28
Начало эксплуатации	1956	1961	1960	1970
Последний кап. ремонт	1974	—	—	—
Материал труб	чугун	чугун	чугун	ПВХ
Очистные сооружения	нет	нет	нет	нет

Целью исследования являлось выявление наиболее значимых факторов, влияющих на качество воды, корреляции между показателями и их трендов, причинах загрязнения.

Выбор показателей для динамического мониторинга показателей качества воды обусловлен следующими факторами: они существенно превышали значения предельно допустимых концентраций (ПДК) за исследуемый период с 2013 по 2016 гг. включительно.

В Орехово и Сосново имеются систематические превышения ПДК по железу в питьевой воде (рис. 1). Это может быть обусловлено коррозией материала труб этих скважин (чугун) за долгое время эксплуатации. В процессе эксплуатации при большом расходе подаваемой воды из-за некачественной затрубной и межтрубной цементации кольцевых зазоров вследствие депрессионной воронки возможно возникновение подсосов воды из других водоносных слоев (грунтовых и аллювиальных), что также может ухудшать качество воды.

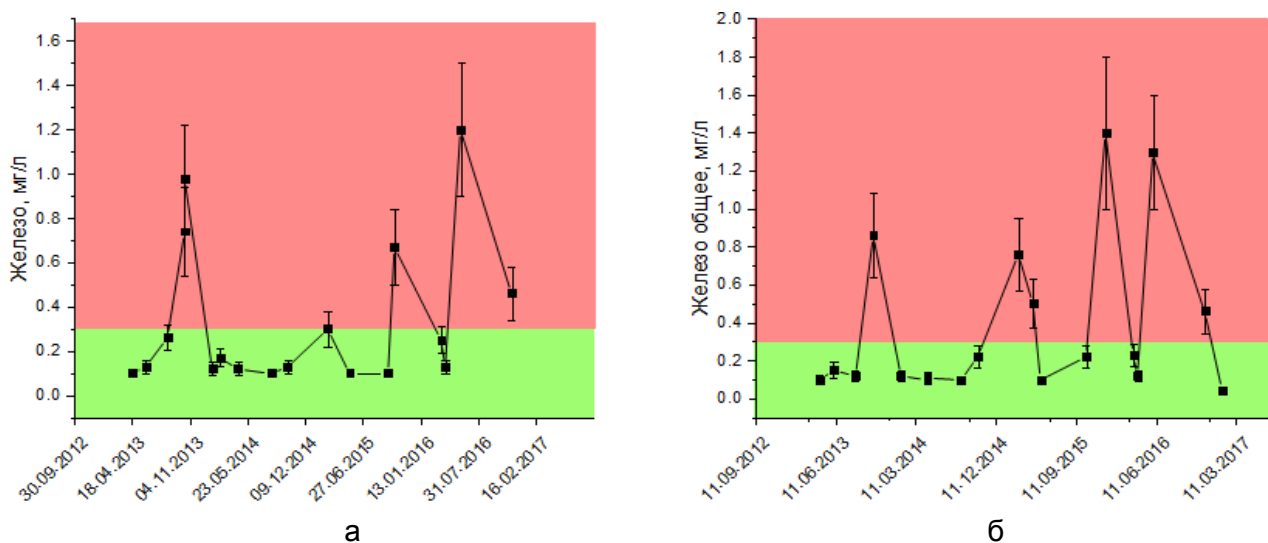


Рис. 1. Графики содержания железа в Сосново (а) и Орехово (б)

Были выявлены превышения ПДК по марганцу. Систематических превышений таких показателей, как окисляемость и цветность не наблюдалось.

Микробиологические исследования проводились по следующим показателям: число сапрофитных микроорганизмов в 1 см³; бактерии группы кишечной палочки (БГКП) в 1 дм³; возбудители кишечных инфекций (сальмонеллы, шигеллы) в 1 дм³; число *E.coli* в 1 дм³; число колифагов в 1 дм³. Все показатели находились в норме, за исключением одного случайного проскока в показателе индекса БГКП, который можно связать с промахами при пробоотборе или пробоподготовке (скачок зафиксирован в воде обеих скважин в один и тот же день).

Вода на станциях Сосново и Орехово проверялась на удельную активность цезия 137 и радона 222, суммарную удельную активность альфа и бета излучающих радионуклидов в среднем два раза в год. Все параметры, кроме удельной альфа-активности, находятся в норме на обеих станциях. Имеются существенные превышения суммарной альфа-активности (рис. 2).

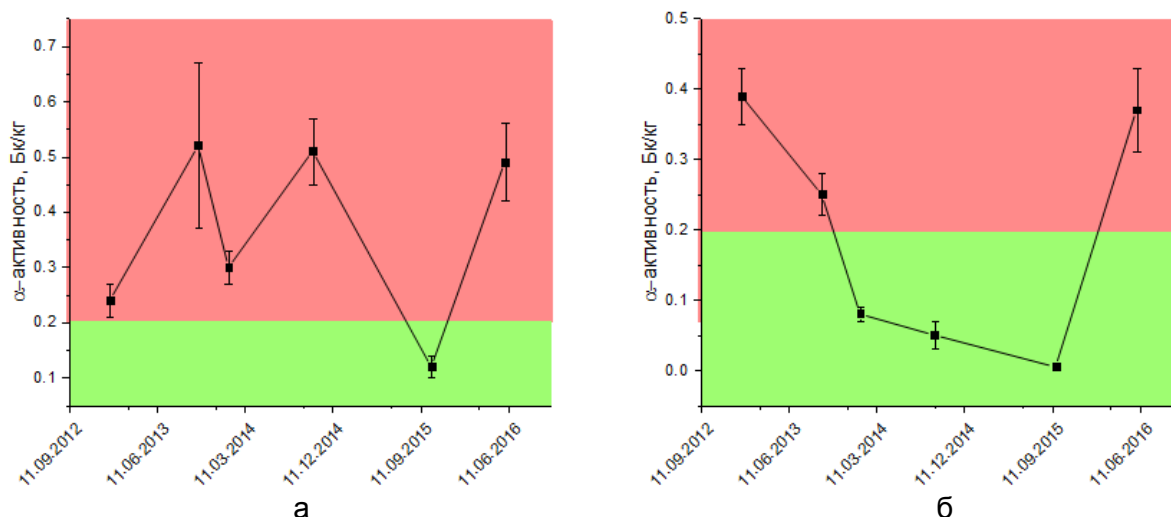


Рис. 2. Графики изменения альфа-активности для Сосново (а) и Орехово (б)

Выполненный корреляционный анализ показал, что по имеющимся данным нельзя выделить явную постоянную корреляцию между данными параметрами. В скважинах Орехово с высоким содержанием железа цветность сильно не меняется. Имеется тенденция повышения содержания марганца при повышении содержания железа, что является вполне логичным, так как оба элемента содержатся как в материалах труб, так и в грунтовых и аллювиальных слоях почвы. Анализ зависимости влияния сезонности (рис. 3) показал, что в Сосново окисляемость выше летом и осенью, и наблюдается повышение содержания железа осенью. В Орехово повышение значений окисляемости происходит летом и осенью, а содержание железа наиболее низкое летом.

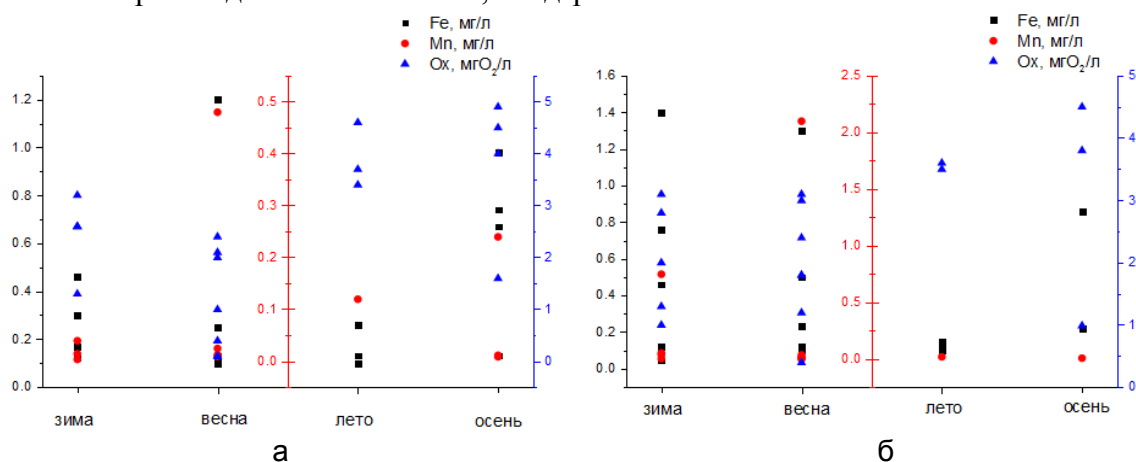


Рис. 3. Графики зависимости влияния сезонности для Сосново (а) и Орехово (б)

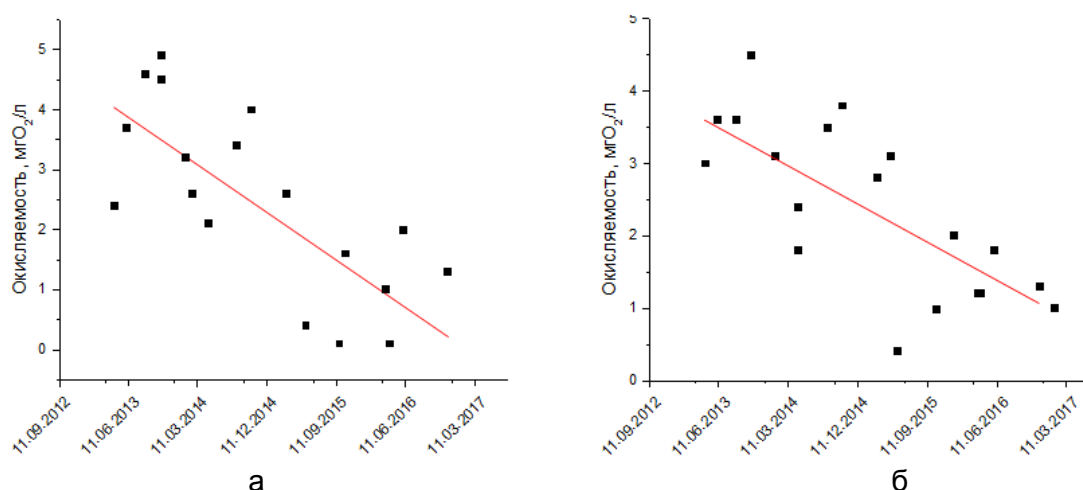


Рис. 4. Тенденции изменения окисляемости для Сосново (а) и Орехово (б)

Основные тенденции изменения показателей были получены методами линейной аппроксимации и временной экстраполяции. Для окисляемости имеется тенденция снижения (рис. 4), ограниченность статистических данных не позволяет сделать достоверную экстраполяцию на будущее время, однако имеет место прогноз выхода показателя на плато, со средним значением меньше 2 мг O_2 /л.

Основываясь на статистическом и корреляционном анализе можно выявить следующие возможные причины загрязнения воды скважин: показатели железа, марганца и суммарной α -активности значительно превышают нормативы; повышение содержания железа и марганца связано с износом материала скважин, а также возникновением подсосов из водоносных слоев. Цветность не коррелирует с содержанием железа при высоких концентрациях, наблюдается положительная корреляция между содержаниями железа и марганца, снижение окисляемости и повышение содержания железа с течением времени, микробиологические показатели находятся в норме.

Литература

1. Протоколы лабораторных испытаний за 2013–2016 гг., годовые отчеты по результатам динамического наблюдения за 2013–2016 гг. Октябрьского Дорожного филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту».



Юдин Антон Вячеславович

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, группа № Т4137

Направление подготовки: 15.04.02 – Технологические машины и оборудование

e-mail: udin21@mail.ru



Верболоз Елена Игоревна

Год рождения: 1962

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, д.т.н., профессор

e-mail: elenaverboloz@mail.ru

УДК 663.952.11:663.03:534-8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СУШКИ КИПРЕЙ-ЧАЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Юдин А.В., Верболоз Е.И.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Верболоз Е.И.

В работе рассмотрено применение ультразвука при сушке кипрей-чая с целью ускорения процесса сушки, снижения энергопотребления, улучшения качества готовой продукции и увеличения срока хранения. Также рассмотрено применение кипрей-чая в качестве сырья для приготовления напитка, который может составить конкуренцию традиционному чаю, и обладает широким спектром целебных свойств.

Ключевые слова: сушка, кипрей-чай, ультразвук, увеличение массообмена, технология чая.

Кипрей – это многолетнее травянистое растение рода Иван-чай. Не менее интересны и народные названия кипрея, указывающие на местность проживания или этническую принадлежность народа «курильский чай», «копорский чай», «иван-чай». Соцветия, листья и корни растения употребляются в пищу. Из пыльцы и нектара кипрея пчелы заготавливают кипрейный мед. Кипрей является биологически активным веществом и используется в медицине [1].

Россия является одним из основных потребителей чая во всем мире. Но при этом 90% всего чая, продаваемого в России, является продуктом импортного производства. В нашей стране практически отсутствует собственное производство чайной продукции, поэтому чай закупается из-за рубежа, тратятся огромные суммы в валюте. Производство чая на территории России наиболее актуально, когда курс доллара достаточно высокий. Не стоит забывать и о развитии сельского хозяйства, качестве продукции, присутствующей на сегодняшний день в продаже [2].

В листьях иван-чая содержится внушительная часть таблицы Менделеева. Присутствуют такие элементы как железо, титан, медь, никель, бор, марганец, молибден, а также кальций, калий, натрий, литий, биофлавоноиды, пектин, дубильные вещества и др. Также богат витаминами группы В, А, С. Количество аскорбиновой кислоты в несколько раз больше, чем в цитрусовых и черной смородине. Такой биохимический состав позволяет использовать чай для повседневного и лечебно-профилактического питания. К тому же, к применению такого чая практически нет противопоказаний, но следует учитывать высокое содержание танинов, что при длительном приеме может негативно влиять на работу желудочно-кишечного тракта [3].

Правильно приготовленная зелень и соцветия иван-чая для заварки позволяют получить чай, не уступающий по вкусу и аромату лучшим сортам цейлонского и индийского чая. Помимо вкусовых качеств, кипрей обладает широчайшим спектром целебных качеств и, в отличие от обычного, чай на основе кипрея, не содержит кофеина, что позволяет рекомендовать его людям разного возраста, в том числе людям старшей возрастной группы и детям. В медицине иван-чай используется для приготовления настоек, мазей, настоев и припарок: при лечении неврозов; при головных болях; в качестве обволакивающего средства при заболеваниях желудочно-кишечного тракта; при лечении заболеваний мочеполовой системы, в том числе хронического и острого цистита и воспаления мочевыводящих путей (простатита и аденомы предстательной железы); при заболеваниях ротовой полости; анемии; бесплодии; для профилактики вирусных инфекций. Благодаря многовековым традициям и огромному опыту народной медицины российские потребители благосклонно относятся к продуктам с добавлением местного растительного сырья, в том числе к чайной продукции [4].

В данной работе основное внимание уделено способам сушки. При данных способах сушки используются конвективные сушилки, они могут ухудшить качество продукции. В готовом изделии появляются неприятный запах, изменение цвета, разрушение витаминов. К тому же, такой способ сушки обладает высоким энергопотреблением, большим процентом брака из-за перегрева или неравномерного нагрева, высокой продолжительностью сушки. Необходимо создавать новые производственные технологии, чтобы сделать продукт безопаснее, свежее, с большим сроком хранения. В этом плане ультразвуковые технологии выглядят довольно многообещающе. Сушка с применением ультразвука характеризуется меньшим нагревом высушиваемого материала, без изменения фазового состояния жидкости, содержащейся в материале. Ультразвуковая волна, проходя через твердую среду, вызывает быстрые напряжения и сжатия. Тем самым, создаются силы, которые значительно выше сил поверхностного натяжения, удерживающих влагу внутри

капилляров. Деформируются поры, создавая микроканалы, ослабляющие поверхностный слой и увеличивая конвективный массообмен [5].

Чай является самым популярным напитком в мире. Это значит, что производство качественного чая с минимальными затратами актуально. Основными показателями эффективности производства являются производительность и энергопотребление. Под воздействием ультразвукового давления, и ультразвуковой кавитации, вызываемых ультразвуком, на внутреннюю структуру листа, влага, содержащаяся в капиллярах, высвобождается. Тем самым процесс сушки, проходящий при температуре 90°C и относительной влажности воздуха рабочей зоне 30%, сокращается на 30%. А благодаря снижению времени работы нагревательного элемента пароконвектомата, затраты на электроэнергию сокращаются на 15%. За счет меньшего нагревания листа и сокращения времени сушки, сохраняется большая часть эфирных масел.

В Университете ИТМО была разработана установка на основе пароконвектомата и генератора ультразвуковых колебаний.

Способ приготовления, используемый в эксперименте:

1. сборка сырья;
2. скручивание;
3. ферментация под крышкой;
4. сушка при температуре 90°C, толщине слоя 1,5 см, относительной влажности воздуха 30% в поле ультразвука.

Был проведен ряд экспериментов, которые показали, что процесс сушки с применением ультразвука ускоряется примерно на 17 мин (рисунок).

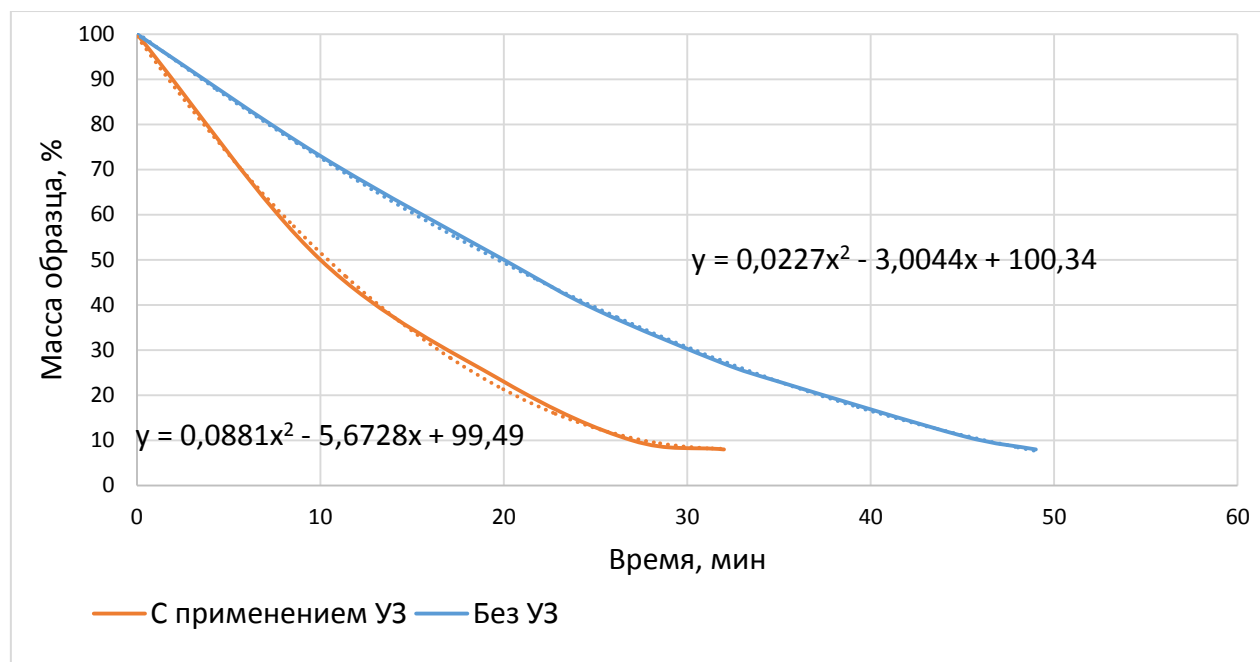


Рисунок. График сушки с ультразвуком и без ультразвука

Известно, что основными показателями качества являются цвет, вкус и аромат. Сочетание вкуса и аромата создает так называемый букет чая. До последнего времени чаеводы не могли точно объяснить секреты образования аромата чая, хотя знали, что основой его являются эфирные масла и их соединения с органическими кислотами чая. Утрата аромата лишает нас не только удовольствия от чайного напитка, но и многих ценных, полезных веществ, содержащихся в чае. За счет удаления влаги из капилляров не испарением, а механическим воздействием, удастся сохранить большую часть эфирных масел, содержащихся в чае. Вследствие этого, аромат напитка становится более насыщенным, нежели при традиционном способе сушки.

Литература

1. Википедия. Иван-чай узколистный [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Иван-чай_узколистный, своб.
2. Сушицкая О.С. Кипрей узколистный (*chamerion angustifolium*) как объект промысловой заготовки биологических ресурсов в центральной группе районов Красноярского края и элемент традиционного русского чаепития // Сб. материалов Междунар. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспектив. Свободный-2015», посв. 70-летию Великой Победы. – 2015. – С. 82–85.
3. Вытовтов А.А. Товароведение и экспертиза вкусовых товаров: учебник. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 576 с.
4. Кириллов Н.А., Александров В.В. Культивирование кипрея для получения чая // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2016. – № 25-2. – С. 252–256.
5. de la Fuente-Blanco S., Riera-Franco de Sarabia E., Acosta-Aparicio V.M., Blanco-Blanco A., Gallego-Juárez J.A. Food drying process by power ultrasound // Ultrasonics. – 2006. – № 44. – P. e523–e527.



Юльметова Ралия Фагимовна

Год рождения: 1957

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.хим.н., доцент
e-mail: liya974@mail.ru



Кулагина Анастасия Николаевна

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4230
Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
e-mail: A-Kulagina@yandex.ru

УДК 628.4.046

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С МЕДИЦИНСКИМИ ОТХОДАМИ

Юльметова Р.Ф., Кулагина А.Н.

Научный руководитель – к.хим.н., доцент Юльметова Р.Ф.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

Работа посвящена проблеме обращения с медицинскими отходами. Рассмотрены экологические проблемы и риски, вызванные неправильным обращением с отходами лечебно-профилактических учреждений.

Ключевые слова: медицинские отходы, окружающая среда, опасные отходы, управление медицинскими отходами.

Медицинские отходы представляют собой серьезную проблему для общественного здравоохранения. Основная цель любого учреждения здравоохранения заключается в предоставлении услуг в области здравоохранения в целях предотвращения заболеваний, поэтому при посещении медицинского учреждения пациент не должен стать более больным, чем уже есть. Следовательно, очень важно для обеспечения безопасности пациентов, чтобы медицинское учреждение являлось экологически безопасным.

Управление медицинскими отходами в больницах различного типа и категорий не является удовлетворительным, создавая тем самым риск загрязнения окружающей среды токсичными веществами.

В большинстве государственных и частных медицинских учреждениях не существует никаких системных подходов к утилизации медицинских отходов. Медицинские отходы просто смешиваются с бытовыми отходами в контейнерах для сбора.

Информирование общественности о степени опасности медицинских отходов выросло в последние годы, особенно с появлением синдрома приобретенного иммунодефицита (СПИД). Кроме того, вероятность того, что отходы здравоохранения могут передавать вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), вирус гепатита В (HBV), а также другие агенты, связанные с заболеваниями, передающиеся через кровь также является серьезной проблемой. Таким образом, утилизация медицинских отходов и их потенциальное воздействие на здоровье являются важной проблемой [1].

За последние 10 лет в связи с увеличением числа и размеров медицинских учреждений, медицинских услуг, а также использованием одноразовых медицинских изделий, скорость образования отходов здравоохранения резко возросла.

В 2007 г. на территории Российской Федерации было накоплено более 3,5 млн тонн медицинских отходов, из них более 2 млн тонн (60%) – класс «А»; 1,2 млн тонн (35%) – класс «Б»; 40 тыс. тонн (1%) – класс «В»; 65 тыс. тонн (1,8%) – класс «Г»; 1,5 тыс. тонн (0,05%) – класс «Д» [2].

Разработка комплексных методов управления отходами в медицинских учреждениях является сложной задачей. Следует отметить, что не существует единого метода управления, который может «решить» все проблемы медицинских отходов; скорее, каждая проблема управления медицинскими отходами должны быть оценены независимо друг от друга, чтобы разработать жизнеспособное решение. Тем не менее, ответственность за эффективное удаление отходов, генерируемых различными медицинскими учреждениями, лежит на объекте создания отходов.

Управление медицинскими отходами требует проведения мониторинга и контроля на всех уровнях производства, с тем, чтобы свести к минимуму последствия для общества. Большинство неинфекционных медицинских отходов захораниваются, а инфекционные отходы больниц сжигаются.

Главным методом обеззараживания отходов здравоохранения развитых стран до последнего времени выступала термическая утилизация автоклавированием либо сжиганием. Это объяснялось наличием развитой индустрии сжигания бытовых и токсичных отходов в европейских странах. Однако ужесточение стандартов выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников, инициированное Национальным агентством США по охране окружающей среды, заставило мировую общественность пересмотреть систему управления отходами в части технологии обеззараживания и пути минимизации их образования [3].

С 2011 года российское санитарное законодательство нацеливает лечебно-профилактические учреждения (ЛПУ) России внедрять термическое обеззараживание отходов класса Б и В централизованным и децентрализованным способом, однако, до

сих пор отсутствуют единые, научно-обоснованные эколого-гигиенические и эпидемиологические подходы к оценке и выбору оптимального метода обеззараживания отходов класса Б и В в зависимости от профиля ЛПУ, обуславливающего физико-химические, фракционные свойства отходов, и организации системы в регионе, на основе их медико-географических особенностей.

Помимо требования предотвращения распространения инфекционного начала, к процессу переработки отходов необходимо, насколько возможно, применять требования по их обработке с полной потерей товарных свойств, т.е. сделать составляющие отходов ЛПУ неузнаваемыми или недоступными для живых существ.

Выбор технологии обезвреживания медицинских отходов является неотъемлемой частью системы управления отходами здравоохранения, которая включает в себя наилучшие доступные технологии (НДТ). Сегрегация является ключом к эффективному управлению отходами здравоохранения.

Отказ от использования опасных веществ способствует благоприятному воздействию на окружающую среду. В цивилизованных странах применяются меры по ликвидации и предупреждению использования химического вещества – ртути. Ртуть входит в состав многих врачебных диагностических приборов, таких как градусники и тонометры. Как известно, ртуть является токсичным веществом, которое несет в себе опасность во время и после окончания его использования. Методов по безопасной утилизации ртути не существует, но существуют менее опасные альтернативы. Тем самым, возможно избежать попадания в окружающую среду опасных и токсичных химических веществ.

Выделение специального потока опасных (рискованных) отходов здравоохранения (ОРОЗ), единая система сбора, сортировки, маркировки, транспортировки, хранения и утилизации отходов здравоохранения позволяет свести к минимуму профессиональную опасность для работников здравоохранения, а также загрязнение окружающей среды, неблагоприятно влияющее на здоровье населения.

На сегодняшний день на рынке представлен широкий выбор технологий по обеззараживанию/обезвреживанию медицинских отходов. Зачастую очень сложно выбрать наилучшую для конкретного случая или наиболее подходящую технологию обработки медицинских отходов. Для этого необходимо их сравнить, оценить, проанализировать с точки зрения специальных оценочных критериев.

Универсальная методика оценки технологий имеет два уровня: стратегический и рабочий. Данная разработанная методика использует систематическую оценку процессов, включающую начальный отбор, обзор данных и подробную оценку. Важно, что методика базируется на системном подходе и основана на экспертизе данных с участием заинтересованных сторон.

Универсальная методика оценки технологий состоит из шести этапов, первые три из которых производятся на стратегическом уровне, а оставшиеся три этапа – на рабочем уровне. Этапы данной методики адаптированы к выбору технологий утилизации медицинских отходов [4].

- Этап 1. Необходимо точно сформулировать проблему и определить заинтересованные лица.
- Этап 2. Необходимо установление плановых решений для каждой проблемы, определенной экспертизой группы заинтересованных лиц.
- Этап 3. Проверка технических характеристик, получение дополнительных данных с помощью специальной аппаратуры, которая должна быть включена в систему обработки, принятой на этапе 2.

Таким образом, по результатам первых трех этапов утверждаются варианты технологий на стратегическом уровне. Далее эти варианты переходят на следующие этапы оценки на рабочем уровне.

После того как утверждены варианты на стратегическом уровне, методика оценки технологий переходит к рабочему уровню, на котором технический персонал, инженеры, эксперты и другие заинтересованные лица дают оценку имеющейся технологической системы. Используется следующий многоуровневый подход.

- Этап 4. «Уровень 1 – отбор». Технологические системы отбираются по сравнению с основными критериями, которые часто сформированы в виде логических операций.
- Этап 5. «Уровень 2 – оценка». Технологии, которые проходят через стадию отбора, затем подвергаются второму уровню отбора с помощью уровня оценки.
- Этап 6. «Уровень 3 – детальная оценка». Технологические системы, прошедшие в финал из уровня оценки, подвергаются строгому анализу, специально составленному для этой цели, что требует большего объема количественных данных. На этом этапе должны быть добавлены дополнительные критерии. Детальная оценка позволяет определить рейтинг первых трех или пяти технологических систем.

На совещании группы заинтересованных лиц утверждаются основные критерии и заносятся в сводную, чтобы исключить те технологии, которые не удовлетворяют базовым критериям. Основные категории технологий, которые не были исключены, переносятся в следующий этап.

На этапе 6 выбирают 3–5 технологий, которые были оценены наивысшим количеством баллов. Однако помимо рассмотренных на этапе 5 трех тематик (технической пригодности, условий окружающей среды и социальной приемлемости) добавляется еще и экономическая тематика, в которой оцениваются конкретные установки утилизации. Та установка, у которой в результате окажется максимальное количество баллов, и является НДТ для данного конкретного случая.

В случае очень большой больницы предпочтительнее рассматривать вариант использования нескольких технологий обработки отходов.

Остро стоящая в России проблема обезвреживания и утилизации опасных медицинских отходов должна решаться системно. Начиная с нормирования образования отходов, категорирования, сбора, идентификации, стерилизации и уничтожения товарных свойств и их последующего захоронения. В отношении стерилизации наиболее предпочтительны современные методы автоклавирования.

Главным преимуществом децентрализованной системы обращения с медицинскими отходами является то, что все инфекционные отходы обрабатывают, прежде чем покинуть больницу, таким образом, устраняя риски, связанные с транспортировкой инфекционных материалов.

Литература

2. Manyele S.V. Effects of improper hospital-waste management on occupational health and safety // Afr Newslett on Occup Health and Safety. – 2004. – V. 14. – P. 30–33.
3. Обращение с медицинскими отходами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.utilpharma.ru>, своб.
4. Effectiveness of medical waste management methods [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ukessays.com>, своб.
5. Compendium of Technologies for Treatment/Destruction of Healthcare Waste [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.scribd.com/document/318880569/Compendium-Technologies-for-Treatment-Destruction-of-Healthcare-Waste-2012>, своб.



Юльметова Ралия Фагимовна

Год рождения: 1957

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
к.хим.н., доцент

e-mail: liya974@mail.ru



Ткачёва Александра Юрьевна

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
группа № А4232

Направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

e-mail: tkacheva_asya@mail.ru

УДК 628.4.046

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГРУНТОВ
НА ПОЛИГОНЕ «НОВЫЙ СВЕТ – ЭКО» (Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)**

Юльметова Р.Ф., Ткачёва А.Ю.

Научный руководитель – к.хим.н., доцент Юльметова Р.Ф.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 615877 «Исследование и разработка финансовых, эколого-экономических и организационных методов и инструментов трансфера инновационных технологий в условиях устойчивого развития».

Работа посвящена проблеме загрязнения почв в результате обращения и складирования отходов. Рассмотрены экологические проблемы и риски, вызванные складированием отходов на полигоне, а также проведен химический анализ грунтов, взятых с полигона «Новый Свет – ЭКО» в Ленинградской области.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, окружающая среда, тяжелые металлы.

К твердым коммунальным отходам (ТКО) относятся отходы хозяйственной деятельности населения (приготовление пищи, уборки и текущего ремонта квартир и др.), включая отходы отопительных устройств местного отопления, крупногабаритные предметы домашнего обихода, упаковка, смет с дворовых территорий, отходы ухода за зелеными насаждениями и другие. Наиболее распространенными в настоящее время сооружениями по обезвреживанию удаляемых из населенных пунктов ТКО являются полигоны. Полигоны – комплексы природоохранных сооружений, предназначенные для складирования, изоляции и обезвреживания ТКО, обеспечивающие защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующие распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов. Образующиеся на полигонах грунты обладают высоким потенциальным плодородием, за счет высокого содержания биогенных элементов. Однако на полигонах ТКО грунты могут содержать токсичные элементы, в частности, тяжелые металлы в концентрациях, превышающих установленные для грунтов нормативы.

Тяжелыми металлами (ТМ) называют такие металлы, плотность которых больше плотности железа. К ним относятся такие элементы, как свинец, медь, цинк, кадмий, никель, кобальт и ряд других. Многие из них опасны тем, что обладают способностью накапливаться в живых организмах, включаться в метаболический цикл, формировать

высокотоксичные металлоорганические соединения, изменять формы нахождения при переходе от одной природной среды в другую, не подвергаясь биологическому разложению. ТМ вызывают у человека серьезные физиологические нарушения, токсикоз, аллергию, онкологические заболевания, отрицательно влияют на зародыш и генетическую наследственность [1].

Некоторые химические элементы, в соответствии с ГОСТ 17.4.1.02-83, разделены по классам гигиенической опасности следующим образом:

- I класс: мышьяк (As), бериллий (Be), ртуть (Hg), селен (Sn), кадмий (Cd), свинец (Pb), цинк (Zn), фтор (F);
- II класс: хром (Cr), кобальт (Co), бор (B), молибден (Mn), никель (Ni), медь (Cu), сурьма (Sb);
- III класс: барий (Ba), ванадий (V), вольфрам (W), марганец (Mn), стронций (Sr).

Миграция ТМ в почвах зависит от щелочно-кислотных и окислительно-восстановительных условий, определяющих разнообразие почвенно-геохимических обстановок. Почвы песчаные, малогумусные устойчивы против загрязнения; это значит, что они слабо связывают тяжелые металлы, легко отдают их растениям или пропускают через себя с фильтрующимися водами. На таких почвах возрастает опасность загрязнения растений и подземных вод.

Весьма токсичным для живых организмов является свинец. Из каждой тонны добываемого свинца до 25 кг его поступает в окружающую среду. Огромное количество свинца поступило в атмосферу вместе с выхлопными газами автомобилей до прекращения использования тетраэтилсвинца. Загрязнение почвы и растений свинцом вдоль автомобильных дорог распространяется на расстояние до 200 м и более. Попадание свинца в организм человека через сельскохозяйственные продукты может привести к поражению центральной нервной системы, печени, почек.

В промышленных районах содержание свинца в почве может быть в 25–27 раз больше, чем в сельскохозяйственных почвах.

Большую опасность для человека представляет накопление в почве кадмия. Потребление пищи, содержащей повышенные дозы кадмия, приводит к деформации скелета, угнетению роста.

Тяжелые металлы способны оказывать токсическое действие на растения и животных в случае превышения допустимых уровней их содержания в почве (таблица).

Таблица. Уровни содержания тяжелых металлов в почвах, оказывающие токсическое действие на сельскохозяйственные растения и животных (Environmental Geochemistry, 1984)

Элемент	Содержание ТМ, мг/кг		Возможные отрицательные последствия избытка содержания ТМ
	в норме	аномальное	
Cd	<1–2	до 20–30	Избыток в продовольственных культурах
Cu	2–60	до 2000	Токсично для зерновых культур
Pb	10–150	10000 и >	Токсично для животных, избыток в продовольственных культурах
Zn	25–200	10000 и >	Токсично для зерновых культур

ТМ ингибируют процессы минерализации и синтеза различных веществ в почве. Имеются данные о консервации органического вещества в загрязненных почвах, что связано с ограниченной доступностью комплексов тяжелых металлов с гумусовыми кислотами для минерализации микроорганизмами. При этом на загрязненных металлами почвах содержание органического вещества может увеличиваться, однако, это более грубый и низкокачественный гумус.

ТМ, являясь антагонистами ряда элементов питания, ограничивают их поступление в растения. Так, кадмий, находясь в почвенном растворе может снижать доступность для

растений фосфора, кальция, цинка, железа, магния. Известно, что свинец ограничивает поступление фосфора, кальция, меди, цинка железа.

ТМ нарушают нормальный ход биохимических процессов, влияют на синтез и функции многих активных соединений: ферментов, витаминов, пигментов. При высоких концентрациях тяжелых металлов (кадмий, свинец, цинк, медь) происходит снижение количества хлорофилла, вследствие ингибирования синтеза магний-порфирина. Под действием тяжелых металлов снижается содержание фосфора, калия, магния в растениях [2].

При контроле содержания ТМ в почвах сравнивают уровень загрязнения почв с естественным фоном. При необходимости контроля над техногенным загрязнением почв ТМ, принято определять валовое содержание металла. Однако валовое содержание не всегда может характеризовать степень опасности загрязнения почвы, поскольку почва способна связывать соединения металлов, переводя их в недоступные растениям состояния, снижая их миграцию в сопредельные среды. Правильнее говорить о роли «подвижных» и «доступных» для растений форм. Определение содержания подвижных форм металлов желательно проводить в случае высоких их валовых количеств в почве, а также, когда необходимо характеризовать миграцию металлов-загрязнителей из почвы в растения.

Все вышесказанное указывает на необходимость ведения контроля содержания тяжелых металлов в грунтах на полигонах ТБО, с учетом возможности их миграции в сопредельные среды.

Объекты и методы исследований:

Для проведения комплексного анализа компоста из ТБО были отобраны три образца на полигоне «Новый Свет»:

- образец компоста из ТБО № 1 (К-1) – смешанный образец из траншеи глубиной 3 м;
- образец компоста из ТБО № 2 (К-2) – отобран с глубины 0–10 см на площадке № 1, компостирование с февраля 2016 г. (7–8 мес.);
- образец компоста из ТБО № 3 (К-3) – отобран с глубины 0–10 см на площадке № 2, компостирование с апреля (мая) 2016 г. (5 мес.).

При отборе образцы предварительно были просеяны через сито $d=10$ мм, поскольку известно, что органическая составляющая компоста находится преимущественно в мелких фракциях, а фракции, крупнее 10 мм, представлены, главным образом, инертными материалами (стекло, пластмасса, полиэтилен, дерево и т.д.).

Согласно ГН 2.1.7.2041-06. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» ПДК по содержанию валовых форм свинца составляет 32 мг/кг, мышьяка 2 мг/кг, ртути 2,1 мг/кг. Согласно ГН 2.1.7.2511-09. «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве» ОДК по содержанию меди составляет 33 мг/кг, цинка 55 мг/кг, кадмия 0,5 мг/кг, никеля 20 мг/кг.

В исследуемых грунтах наблюдалось превышение ПДК по содержанию валовой формы свинца (проба 1 в 3,2 раза; проба 2 в 3,5 раза; проба 3 в 1,9 раза), мышьяка (проба 2 в 1,1 раза). Превышение ОДК наблюдается по содержанию валовых форм меди (проба 1 в 1,4 раза; проба 3 в 2,7 раза), цинка (проба 1 в 2,24 раза; проба 2 в 3,5 раза; проба 3 в 3,4), кадмия (проба 1 в 1,1 раза; проба 2 в 2,24 раза; проба 3 в 2,6 раза).

При оценке грунтов, произведенных на основе ТКО, следует учитывать возможность водной миграции тяжелых металлов в пограничные среды, поэтому оценку содержания ТМ стоит вести с учетом допустимых уровней их содержания по водно-миграционному показателю вредности. Для подвижной формы меди допустимый уровень составляет 72 мг/кг, никеля 14 мг/кг, цинка 200 мг/кг. Для валовых форм свинца 260 мг/кг, мышьяка 15 мг/кг, ртути 33,3 мг/кг. По содержанию тяжелых металлов исследованные образцы не превышают допустимые уровни по водно-миграционному показателю вредности, что исключает возможность загрязнения сопредельных сред (почв, грунтовых вод и т.д.).

Исследуемые образцы по содержанию тяжелых металлов превышают ПДК установленные для почв, однако, не превышают допустимые уровни по водно-миграционному показателю вредности. В связи с вышесказанным при использовании исследуемых грунтов на объектах рекультивации минимизируется возможность загрязнения тяжелыми металлами пограничных сред. При использовании исследуемых грунтов в сельском хозяйстве возможно загрязнение возделываемых культур [3].

Литература

1. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. – Введен 01.01.1985. – М.: Стандартинформ, 2008. – 3 с.
2. Alloway B.J. (Ed.) Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. – 3rd ed. – Springer Science+Business Media, Dordrecht, 2013. – 614 p.
3. Fleet M.E. Environmental Geochemistry. – Ontario, Toronto: Mineralogical Association of Canada, 1984. – 306 p.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Аксенова О.И. Проблемы и перспективы экструзионной переработки вторичного сырья пищевого назначения.....	4
Алекаева И.Н. Анализ процесса куттерования колбасного фарша как объекта управления	6
Алимова Д.С. (Университет ИТМО), Баракова Н.В. (Университет ИТМО), Самоделкин Е.А. (ЦНИИ КМ «Прометей») Влияние УДА-обработки ржи на активность нативных протеаз	8
Андреев О.В. Исследование влияния давления прямого потока гелия на эффективность гелиевой рефрижераторной установки	11
Арет В.А., Мещанинов А.В., Байченко Л.А. Оценка деформации и черствения хлебобулочных изделий с использованием прибора для метареологических исследований	14
Артамонов П.Е. Результаты экологического обследования площадки для перегрузки SNK-удобрений в комплексе портовых сооружений	16
Ахмедов М. Регазификация сжиженного природного газа.....	19
Ахметжанова А.Т. Исследование влияния заквасок на качество хлеба из пшеничной муки с крепкой клейковиной	22
Богданов П.А. Постановка задачи управления многофункциональными хранилищами для продукции растительного происхождения	25
Богомоллов С.В., Гусева В.П., Корниенко К.О., Гунькова П.И. Использование пробиотиков в технологиях мясных и рыбных блюд.....	28
Болдырева П.И. Биогеохимическая оценка озер	30
Булочникова Т.А., Трохов Е.С., Утегенова Н., Сергиенко О.И. Повышение ресурсной эффективности на хлебопекарных предприятиях	33
Бучилина А.С., Смирнов В.Ю., Гунькова П.И. Влияние содержания жира в молоке на активность транслугтаминазы при выработке молочных продуктов	36
Бучилина А.С., Бодрова К.С., Цыбульский М.А., Гунькова П.И. Активность бактериальных культур при использовании транслугтаминазы в технологии кисломолочных продуктов.....	38
Вартминская А.О., Клейменова М.Э. К вопросу применения ферментных препаратов для повышения качества и ресурсной эффективности в процессах переработки рыбного сырья.....	42
Василевская Я.Ю., Иванов В.Л., Поляков Р.И. Разработка методики расчета движения воздушных потоков в вентиляционных каналах сложной геометрической формы	45
Веселкин Ф.О. Анализ эффективности использования газомоторного топлива, применяемого холодильными автотранспортными средствами	48
Веселов Т.О., Балюбаш В.А. Совершенствование качественных параметров макаронной продукции.....	52
Воронцова Е.Н. Охрана труда как важнейший элемент конкурентоспособности предприятия.....	54
Герасимов К.Р. Обеспечение экологической безопасности при работах в области обращения с отходами	57
Глушаев А.В. Сверхпроводящие коммутаторы тока	59
Горбунова А.В., Соболева Е.В. Влияние экстрактов дальневосточных дикорастущих растений на физико-химические показатели качества хлеба	61
Гринченко А.Р., Гуляева Ю.Н., Новоселов А.Г. Экспериментальное исследование коэффициента динамической вязкости от температуры и состава оливковых масел	64
Грицкевич В.С. Методы идентификации промышленноценных штаммов молочнокислых бактерий.....	68

Громова К.А., Завьялова В.В. Оптимизация обращения с отходами и ресурсосбережение при работе птицефабрики	71
Громова К.А., Смазнова Е.С., Сергиенко О.И., Юльметова Р.Ф. Ресурсоэффективная переработка отходов на малых и средних предприятиях: ситуация в России и за рубежом.....	73
Деменкова А.Б. Идентификация источников опасности при добыче нефти на арктическом шельфе	76
Денисенкова А.Д., Ульянов Н.Б. Оценка экологического воздействия предприятий парфюмерно-косметической промышленности в России.....	78
Добрынина В.К., Динкелакер Н.В. Механизмы совершенствования сохранения биоресурсов при лесопользовании в ненарушенных лесных массивах	81
Добрынина В.К., Павлова А.С. Улучшение эффективности использования ресурсов и повышение экологической ответственности компании (на примере компании «Кока-Кола»)	82
Дудина А.А., Бучилина А.С., Гунькова П.И. Влияние числа соматических клеток и микробной обсемененности молока-сырья на рост заквасочных культур.....	85
Дутбайева Д.М., Кыздарбекова А.С., Касымбекова К.Б. Полимеразная цепная реакция. Реализация на микрофлюидном чипе.....	89
Егоров С.В. Разработка модульных ячеек автоматизированного склада с применением технологий информационной поддержки жизненного цикла изделий	94
Елагина М.А., Савкина О.А. Идентификация дрожжей – возбудителей порчи пищевых продуктов	96
Еремеев В.А., Иванов В.И. Исследование процесса получения переохлажденного сжиженного природного газа.....	100
Жакыпов А.О. Вода как холодильный агент для высокотемпературных тепловых насосов ...	103
Желтышев М.А. Анализ антропогенного загрязнения атмосферы Санкт-Петербурга окислами азота по данным дистанционных измерений и результатам численного моделирования	104
Жукова Е.А., Власова Н.Н. Материальное исполнение элементов компрессорных машин для различных рабочих веществ.....	108
Журавлева Н.И., Иванов В.Л., Поляков Р.И. Разработка методики расчета движения воздушных потоков в замкнутых технологических пространствах.....	112
Завьялова В.В., Динкелакер Н.В. Эколого-экономическая оценка неизбежного вреда животному миру при расширении порта Бронка за счет территории заказника «Южное побережье Невской губы»	115
Ивкина А.П. Экспериментальные исследования процесса сушки цветной капусты инфракрасным излучением в осциллирующем режиме.....	118
Касымбекова К.Б., Кыздарбекова А.С., Дутбайева Д.М. Изотермическая амплификация, особенности метода	121
Катафеев Д.Ю. Геймификация как средство повышения мотивации к ведению здорового образа жизни.....	125
Киссер К.В., Константинова Н.А. Алгоритм расчета новых диаграмм двухфазных потоков хладагентов	128
Клейменова М.Э., Ульянов Н.Б. Разработка ресурсоэффективной системы водоснабжения предприятия по выпуску алюминиевой пищевой тары	132
Колупаева Д.А., Походин О.А. Экологически ответственный бизнес на примере ООО «Юникло (рус)»	135
Кононова А.А., Сергачева Е.С. Разработка напитка на основе зерна гречихи.....	137
Кочегуров Д.С., Иванов В.И. Исследование влияния степени заполнения криогенного резервуара на потери от испарения	140
Коченков Н.В., Мотрев А.А., Шакиров Я.А. Компьютерное моделирование совместной работы систем кондиционирования и отопления	143

Коченков Н.В., Шакиров Я.А., Сидоренков П.М. Моделирование тепловлажностных и газовых нагрузок в помещениях с разнохарактерными нагрузками.....	146
Краснов Н.Г. Применение новых материалов в пластинчатых рекуператорах вентиляционных систем	149
Кременевская М.И., Глазова А.Э., Лебедева Т.В. Создание и исследование ряда пластических продуктов на основе <i>ribes nigrum</i>	152
Кременевская М.И., Юдина И.Ю., Трапезникова А.С., Базарова Н.В., Смагина О.С. Разработка технологии применения модифицированного яичного белка в производстве соусов	153
Кувардина М.Ю. Контроль табачной пыли в стационарных источниках выбросов табачных производств	155
Кузнецов А.А. Разработка и реализация виртуального тренажера процесса пастеризации в среде LabVIEW.....	159
Кулишов Б.А. Анализ технологий производства декоративной панировочной крошки и разработка машинно-аппаратурной схемы	162
Курганова Е.В., Арсеньева Т.П. Подбор компонентов для ферментированного щербета для здорового питания.....	165
Курносова В.В., Сергиенко О.И. Повышение ресурсной эффективности путем предотвращения загрязнения окружающей среды при внедрении наилучших доступных технологий: новые требования Европейского Союза.....	168
Кушнирук Е.А., Белозерова М.С. Разработка рецептуры сырного продукта с растительными компонентами	171
Лисовцов А.О. Перспективы развития и оценка эффективности малогабаритной криогенной установки сжижения природного газа	173
Лысёв В.И., Шилин А.С. Энергоэффективность и энергосбережение систем жизнеобеспечения зданий и сооружений	177
Любомирова Т.С., Сучкова Е.П. Разработка стабилизационной системы для взбитого молочного напитка.....	179
Мамедов Э.Р. Пути повышения конкурентоспособности ягодных ликеров на рынке алкогольной продукции	182
Мараткызы Н. Влияние качества ржаной муки на биотехнологические показатели густой закваски и хлеба.....	185
Маюрова А.С. Моделирование эффективности использования различных источников энергии	188
Медведева К.А. Метод повышения энергоэффективности промышленных зданий и сооружений.....	190
Меледина Т.В. (Университет ИТМО), Иванова В.А. (Университет ИТМО), Давыденко С.Г. (ООО «Пивоваренная компания «Балтика») Перспективы использования дрожжей рода <i>Brettanomyces</i> в пивоварении	193
Мелентьева Е.А. Сероводород в атмосферном воздухе города	196
Мельник Е.В. Разработка рецептур маринадов на основе молочной сыворотки для мяса утки.....	199
Мельников К.А., Демченко В.А., Громцев А.С. Поиск оптимального состава и параметров воздуха для хранения растительных продуктов и полуфабрикатов	202
Мизин В.М., Татаренко Ю.В., Лавицкий И.А., Кирбабин Н.С. К вопросу эффективности применения различных хладонов для парокомпрессорных холодильных машин	203
Милых М.М. Оценка рисков воздействия малых гидроэлектростанций на окружающую среду.....	206
Миникаев А.Ф., Крапивко П.В. Профилирование рабочих органов однороторного винтового компрессора.....	209

Молева М.А., Сергиенко О.И. Обеспечение санитарно-гигиенических требований и аспекты энергетической эффективности в соответствии с принципами наилучших доступных технологий.....	213
Надточий Л.А. (Университет ИТМО), Курганова Е.В. (Университет ИТМО), Шапкова Л.Г. (Школа № 246, г. Санкт-Петербург) Перспективы профориентационной работы Университета ИТМО со школой № 246 Приморского района г. Санкт-Петербурга.....	215
Назарова А.С. Получение биогаза на полигонах твердых бытовых отходов	219
Новикова К.А. Исследование влияния запыленности воздушной среды на организм работников угольно-добывающей промышленности	221
Носова А.О. Разработка и обоснование необходимости использования стандартных образцов медицинского назначения.....	224
Олина К.А., Брусенцев А.А. Подбор растительных добавок для производства йогурта.....	226
Олисова А.О., Сучкова Е.П. Формирование органолептических свойств кисломолочного напитка для представителей циклических видов спорта.....	229
Пак В.И., Доржиева Н.В., Сучкова Е.П. Совершенствование технологии кисломолочных напитков со злаковыми культурами	231
Пальчиков А.Н., Будилова А.В. Анализ дезинфицирующих средств, применяемых в пищевой промышленности	234
Пальчиков А.Н., Нестеренко И.Г. Применение ультразвука для повышения качества хлебобулочных изделий	237
Пальчиков А.Н., Трофимова А.А. Использование эффекта электрогидравлического удара для массирования мяса	239
Пашкова А.Н., Папченко С.В. Перспективы применения винтовых насос-компрессоров в нефтегазовой отрасли	241
Петров Е.Т., Паршин В. Разработка информационно-измерительной системы экспериментальных стендов для контроля и диагностики параметров системы холодоснабжения	244
Петров М.М. Особенности постановки задачи исследования объектов биотехнологической промышленности в условиях неопределенности	247
Позднякова В.В. Организация контроля ливневых стоков в Санкт-Петербурге.....	250
Пучкова Т.Ю. Особенности использования вермикулита, перлита и кристаллогидратов для обеспечения техносферной безопасности.....	254
Распопа Е.А., Ананченко И.В. Обзор современных инструментов автоматизации тестирования веб-приложений	257
Санталиня И.Ю. Обоснование выбора ингредиентного состава напитка специального назначения для больных диабетом	259
Сергиенко О.И., Есева К.Д. Развитие органической маркировки продуктов питания: российский и зарубежный опыт	261
Скобелева И.И., Красникова Л.В. Исследование влияния пищевых волокон на рост стартовых культур в молочной среде	264
Смазнова Е.С., Орипова А.А., Семьина Г.А., Морозов А.А. Повышение ресурсной эффективности на предприятии «Nordena – пищевые добавки»	266
Соковнин Е.Л. Разработка способа консервирования сыворотки, обработанной ультразвуком	269
Ступников А.В. Разработка датчиков для отслеживания температурно-влажностного режима архивных, подвальных и чердачных помещений города Санкт-Петербурга	272
Тазитдинов Р.Р., Круглов А.А. Выбор параметров бинарного льда для получения в вакуумно-выпарной установке на основе исследований его свойств.....	274
Татаренко Ю.В., Данилова А.К. Численное моделирование газодинамических процессов в холодильных центробежных компрессорах	277

Татаренко Ю.В., Коровин А.В., Остапенко М.Ф. Перспективные направления развития холодильной промышленности	280
Татаренко Ю.В., Рачковский Н.О. Перспективы применения тепловых насосов в Российской Федерации	283
Темершин Д.Д. Производство и применение грибных порошков в пищевой промышленности	286
Тимофеевский А.Л., Коченков В.Н. Энергоэффективность мультizonальных систем кондиционирования воздуха VRF-класса в климатических условиях европейской части России.....	289
Томсон К.Ю. Анализ прикладного программного обеспечения для моделирования объектов пищевой промышленности	292
Травина Е.А. Методика исследований электрофизических характеристик сыпучих пищевых продуктов	295
Тукмакова А.С., Ережеп Д., Голубкова С.М., Новотельнова А.В., Асач А.В. Измерение плотности теплового потока методом «Вспомогательной стенки»	297
Тукмакова А.С., Ережеп Д., Когай В., Гамова К.А., Новотельнова А.В. Моделирование термоэлектрического модуля с учетом термомеханических нагрузок	301
Федоренко А.В., Алёшичев С.Е. Совершенствование качественных параметров процесса производства сухих молочных продуктов	304
Федоров А.А. Развитие маслoперерабатывающей промышленности в Российской Федерации. Основные проблемы и задачи.....	307
Филатов А.С., Крупененков Н.Ф. Перспективы применения миниканальных конденсаторов в системах с натуральными холодильными агентами	309
Филимонова Т.А. Определение количества аллергенов в сырье, полуфабрикатах и готовых хлебобулочных изделиях с добавлением продуктов переработки молока, сои, яйца.....	312
Фролова А.А., Сергиенко О.И. Магнитокалорическое охлаждение: системный подход к оценке экологических, экономических и социальных аспектов.....	314
Хмара Е.П., Юльметова Р.Ф. Обращение с отходами в ООО «Воздушные Ворота Северной Столицы» аэропорт Пулково.....	318
Цупка С.А., Вологжанина С.А. Определение температуры аустенитизации метастабильных аустенитных сталей для танков судов-газовозов.....	320
Чебан Х.В. Классификация сточных вод – основа выбора процесса очистки стоков.....	322
Шевченко М.Ю., Забодалова Л.А. Обоснование компонентного состава и отработка рецептуры ферментированного напитка с онкопротекторными свойствами	324
Шкотова Т.В., Симакова М.А. Использование низкоаллергенных компонентов в производстве мучных изделий.....	327
Щеглова А.Е., Петрова О.В. Исследование качества питьевой воды подземных источников Ленинградской области, находящихся под воздействием линейных объектов	329
Юдин А.В., Верболоз Е.И. Эффективность сушки кипрей-чая с применением ультразвука	332
Юльметова Р.Ф., Кулагина А.Н. Экологические проблемы обращения с медицинскими отходами	335
Юльметова Р.Ф., Ткачёва А.Ю. Экологический мониторинг химического загрязнения грунтов на полигоне «Новый Свет – ЭКО» (г. Санкт-Петербург).....	339

АЛЬМАНАХ НАУЧНЫХ РАБОТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ УНИВЕРСИТЕТА ИТМО Том 1

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Дизайн обложки

Н.А. Потехина

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Редактор

Л.Н. Точилина

Подписано к печати 24.11.2017

Заказ № 4053

Тираж 100 экз.