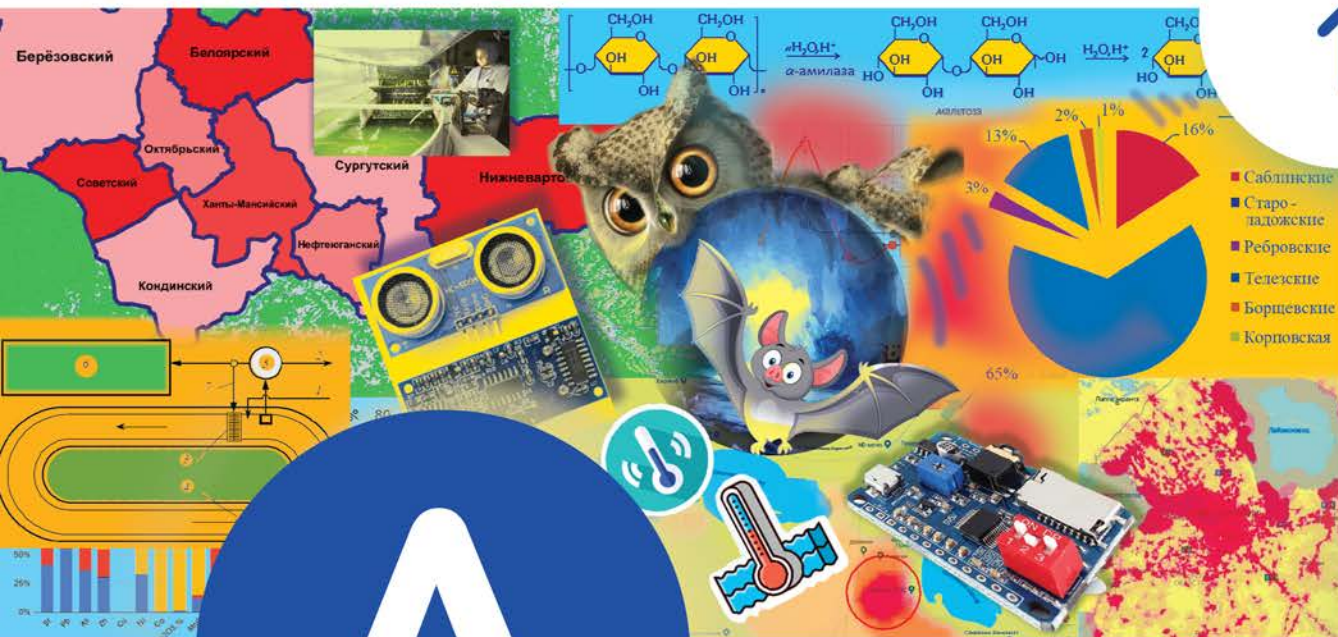




УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

1



Альманах научных работ молодых ученых

2020

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

**АЛЬМАНАХ НАУЧНЫХ РАБОТ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
УНИВЕРСИТЕТА ИТМО**

Том 1

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург

2020

Альманах научных работ молодых учёных Университета ИТМО. Том 1. СПб.: Университет ИТМО, 2020. 372 с.

Издание содержит результаты научных работ молодых учёных, доложенные на XLIX научной и учебно-методической конференции Университета ИТМО по тематике: пищевых биотехнологий и инженерии; низкотемпературная энергетика; химико-биологическое.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редколлегии:

Баранов Игорь Владимирович

доктор технических наук, профессор, директор мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем Университета ИТМО.

Члены редколлегии:

Тамбулатова Екатерина Викторовна

кандидат технических наук, заместитель директора мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем, декан факультета низкотемпературной энергетики

Румянцева Ольга Николаевна

кандидат технических наук, доцент, заместитель директора мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем

Курушкин Михаил Вячеславович

кандидат химических наук, декан факультета биотехнологий

Кривошапкин Павел Васильевич

кандидат химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник химико-биологического кластера, директор научно-образовательного центра химического инжиниринга и биотехнологий

ISBN 978-5-7577-0636-8

ISBN 978-5-7577-0637-5 (Том 1)



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, получивший 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». Миссия Университета ИТМО – открывать возможности для гармоничного развития конкурентоспособной личности и вдохновлять на решение глобальных задач.

© Университет ИТМО, 2020

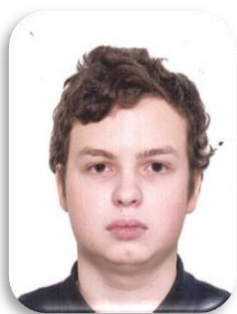
© Авторы, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Издание содержит результаты научных работ молодых ученых, доложенные 29 января – 1 февраля 2020 года на XLIX научной и учебно-методической конференции Университета ИТМО по тематике: пищевых биотехнологий и инженерии; низкотемпературная энергетика; химико-биологическое.

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.

**НАПРАВЛЕНИЕ
ПИЩЕВЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖЕНЕРИИ;
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА;
ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ**



Алексеев Дмитрий Сергеевич

Год рождения: 1996

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

студент группы № W42502,

направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность,

e-mail: alexdmitry4488@gmail.com



Кустикова Марина Александровна

Год рождения: 1958

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

к.т.н., доцент,

e-mail: makustikova@corp.ifmo.ru

УДК 504.064

**ВОПРОСЫ УТИЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ КЛАССА
«А» В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА**

Д.С. Алексеев

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

Аннотация

В статье рассмотрена проблема обращения с медицинскими отходами в Российской Федерации. Исследованы существующие механизмы управления этими отходами. Проанализирована законодательная база, касающаяся эпидемиологически безопасных медицинских отходов. Обоснована необходимость изменения нормативно-правовой базы по медицинским отходам класса «А» для возможности повторного использования полезных компонентов данных отходов.

Ключевые слова

Медицинские отходы, Базельская конвенция, классификация отходов, отходы класса «А», обращение с отходами, эпидемиологическая безопасность.

В 1994 году Российская Федерация ратифицировала Базельскую конвенцию о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, в связи с чем приняла на себя обязательство создания нормативно-правовых норм в области обращения с опасными отходами, в том числе и с медицинскими. Однако до сих пор в России существует проблема создания отлаженных механизмов в сфере управления данными отходами.

Целью данной работы являлось определение проблемных вопросов в сфере утилизации медицинских отходов класса «А» в нашей стране.

Определение медицинских отходов в российском законодательстве указано в части 1 статьи 49 ФЗ № 323 "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" [1]. Согласно определению, представленному в Федеральном законе, такой тип отходов образуется в следующих случаях:

- Медицинская деятельность;

- Фармацевтическая деятельность;
- Производство лекарственных средств и медицинских изделий;
- Использование возбудителей инфекционных заболеваний и генно-инженерно-модифицированных организмов в медицинских целях;
- Производство и хранение биомедицинских клеточных продуктов.

По данным Геннадия Онищенко, на территории РФ за год накапливается более 3,5 млн т медицинских отходов, из них более 2 млн т – эпидемиологически безопасные отходы (класс «А»), что составляет примерно 60% от общего объема медицинских отходов. Такие отходы не должны иметь контакта с биологическими жидкостями пациентов, инфекционными больными. Объемы отходов других классов опасности можно оценить на представленном ниже рисунке [2, 3].

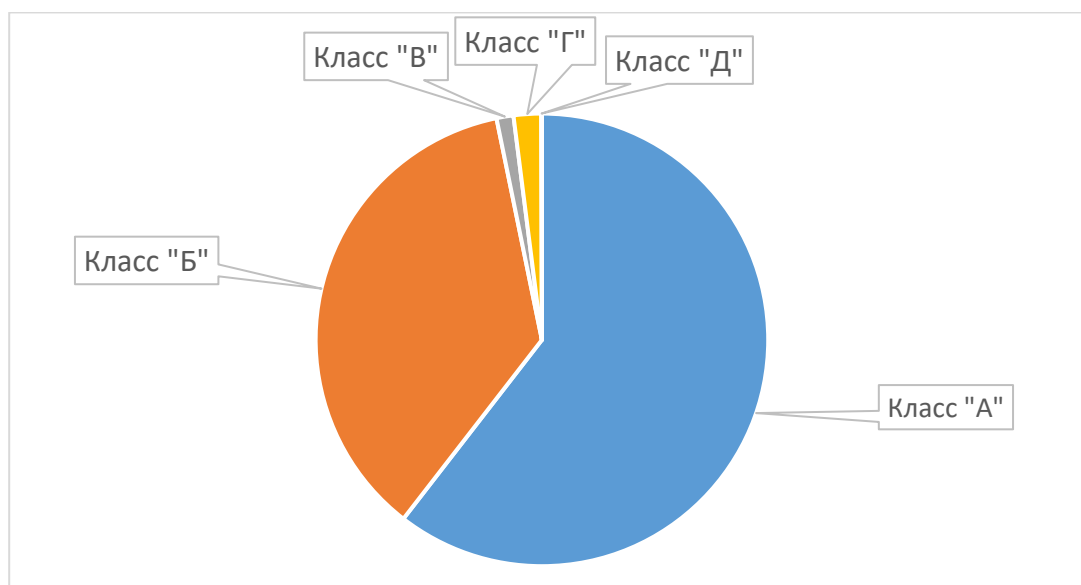


Рисунок. Объем медицинских отходов в России [2]

Необходимо поднять вопрос о месте медицинских отходов в Федеральном законе №89 «Об отходах производства и потребления» [4].

Определение отходов производства и потребления представлено в статье 1 данного ФЗ. Согласно определению, такие отходы образуются «в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления». Можно сделать вывод, что медицинские отходы стоит считать отходами производства и потребления.

Однако в статье 2 того же ФЗ говорится, что отношения в области обращения с медицинскими отходами регулируются соответствующим законодательством Российской Федерации. На основании этого действие Федерального закона № 89, а также нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации и Минприроды России, регулирующих отношения в области обращения с отходами производства и потребления, не распространяются на медицинские отходы.

В итоге возникает такая ситуация, что медицинские отходы, будучи отходами производства и потребления, не попадают под действие данного Федерального закона.

На основании СанПиНа 2.1.7.2790-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами" [3] система обращения с медицинскими отходами включает в себя этапы сбора отходов внутри организации, их перемещение на временное хранение, обеззараживание (обезвреживание), вывоз отходов с территории и в конечном итоге захоронение на полигонах или уничтожение

(например, путем термического обезвреживания или в случае пищевых отходов, относящихся к медицинским отходам класса «А», измельчение диспозуерами).

В области утилизации стоит также обратить внимание на пункт 4.6 СанПиН 2.1.7.2790-10 [3], в котором указано, что пищевые отходы (кроме отходов инфекционных отделений организации) допускается использовать в сельском хозяйстве. На основании перечисленных пунктов можно сделать вывод, что за исключением таких пищевых отходов, остальные медицинские отходы класса «А» (макулатура, строительный мусор и т.д.) в итоге должны быть захоронены или уничтожены, возможность повторного использования полезных компонентов исключается.

Обсуждая обращение с медотходами класса «А» необходимо упомянуть письмо Росприроднадзора [5], в котором говорится, что «санитарным законодательством допускается осуществление обращения медицинских отходов класса «А» в соответствии с требованиями законодательства в области обращения с отходами производства и потребления». В письме ссылаются на пункты 7.1 и 7.2 СанПиН «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами», в которых говорится, что транспортирование медицинских отходов класса «А» должно осуществляться как с отходами производства и потребления. Также упомянут пункт 2.8 СП «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов», в котором написано, что на полигоны ТБО осуществляется прием твердых медицинских отходов.

Выводы: Существующие нормативно-правовые документы о медицинских отходах допускают возможность дуалистического толкования и применения. Если обращение с бытовыми отходами предполагает переработку и утилизацию их ценных элементов (металл, пластик, бумага, легко окисляемая органика), то утилизация полезных компонентов медицинских отходов класса «А» может вызывать сложности ввиду несовершенства законодательства. Необходимо редактирование ФЗ №89 «Об отходах производства и потребления», закрепляющее обращение с эпидемиологически безопасными медотходами (класс «А») в соответствии данному Федеральному закону. Также возможно создать отдельный ФЗ, четко обозначающий систему безопасного обращения с медицинскими отходами, в том числе с отходами класса «А».

Литература

1. Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" от 21.11.2011 N 323-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/ (дата обращения: 15.01.2020).
2. Онищенко Г.Г. Санитарно-эпидемиологические проблемы обращения с отходами производства и потребления в Российской Федерации // Гигиена и санитария. 2009. – № 3. С. 8–15.
3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 09.12.2010 N 163 "Об утверждении СанПиН 2.1.7.2790-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами" (вместе с "СанПиН 2.1.7.2790-10. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы...") (Зарегистрировано в Минюсте РФ 17.02.2011 N 19871) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_110948/ (дата обращения: 15.01.2020).
4. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. Режим доступа:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 15.01.2020).

5. <Письмо> Росприроднадзора от 08.07.2016 N AA-03-03-32/13510 "О рассмотрении обращения" [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_205552/ (дата обращения: 15.01.2020).



Ануфриенко Яна Владимировна

Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы Т3450,
направление подготовки: 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии,
e-mail: Yanaanufrienko@mail.ru



Павлова Анастасия Сергеевна

Год рождения: 1987
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.э.н., преподаватель,
e-mail: nastya.s.pavlova@gmail.com



Савоскула Виолетта Андреевна

Год рождения: 1988
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
ст.преподаватель,
e-mail: violetta.savoskula@gmail.com



Сергиенко Ольга Ивановна

Год рождения: 1957
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент,
e-mail: oisergienko@corp.ifmo.ru

УДК 628.47

**ОБРАЩЕНИЕ СО СТРОИТЕЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В СТРАНАХ
РЕГИОНА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

Я.В. Ануфриенко, А.С. Павлова, В.А. Савоскула, О.И. Сергиенко
Научный руководитель – к.т.н., доцент О.И. Сергиенко

Работа выполнена в рамках международного проекта CREA-RE-RU «Экономика замкнутого цикла и эффективное использование природных ресурсов», НИР №77790.

Аннотация

В работе рассмотрен опыт утилизации строительных отходов, образующихся при сносе старых зданий, в четырех странах: Финляндии, Швеции, Латвии и России. Проведен анализ деятельности финской компании «Purkuriha», занимающейся строительством и сносом зданий, в части обращения со строительными отходами. Предложены решения для создания устойчивой циркулярной модели производства для данной компании, путем поиска новых партнеров для экспорта их продукции в Швецию, Латвию и Россию.

Ключевые слова

Строительные отходы, отходы после сноса зданий, переработка и вторичное использование, циркулярная экономика, страны региона Балтийского моря.

Работа выполнена по результатам международного проекта «CREA-RE-RU», нацеленного на изучение и внедрение принципов циркулярной экономики на предприятиях четырех стран-участниц. Одна из сессий проекта включала анализ возможностей расширения рынков сбыта финской компании Purkuriha - лидера в сфере переработки и вторичного использования отходов демонтажа и строительства зданий на финском рынке.

Компания Purkuriha – одна из крупнейших в Финляндии и имеет несколько структурных подразделений по всей стране, обеспечивающих комплексную переработку отходов: специальное предприятие занимается извлечением опасных компонентов из состава отходов; отдельный комплекс сортирует и перерабатывает муниципальные отходы во вторичное сырьё; уникальный комплекс по сортировке и переработке строительных отходов расположен в регионе Лахти.

Подразделение Purkuriha в Лахти добилось значительных результатов в своей деятельности, на полигоне размещается только около 10% всех поступающих строительных отходов. Отдельно сортируются бетон, цемент, стекло, древесные отходы, асфальтовые покрытия, щебень и песок, отходы пластмасс, кабели и провода. Всего отсортировывается 15 фракций строительных отходов. После сортировки и предварительной обработки все фракции продаются для вторичного использования.

Однако компания продолжает работать над снижением доли строительных отходов, поступающих на захоронение до достижения цели zero landfill (нулевое захоронение) путем поиска новых партнеров для увеличения экспорта определенных фракций отходов: не утилизируемых смешанных отходов в виде смеси песка и гравия, отработанных топлив и отходов древесины, которые могут быть преобразованы в энергию. Альтернативным решением, над обоснованием которого будут работать студенты в дальнейшем, может стать строительство установки для энергетической утилизации отходов на площадке в Лахти с использованием энергии как для собственных нужд компании, так и для организации нового бизнеса. Тем самым, компания сможет обеспечить стабильную модель циркулярной экономики.

Для анализа возможности экспортировать продукцию финской компании была рассмотрена система обращения с отходами в Швеции, Латвии и России.

Наиболее подходящей страной для экспорта не утилизируемых фракций финских строительных отходов оказалась Швеция, которая также является ближайшим соседом, у которого процент переработки отходов, включая сжигание, достигает 98%. В стране существуют 34 мусоросжигательных завода, которые ежегодно производят около 20 ТВт энергии. Помимо этого Швеция уже имеет опыт покупки отходов у ближайших стран, таких как Дания, Швейцария, Эстония, Германия и Норвегия, что свидетельствует о возможности импорта отходов компании, а именно древесины и топливных отходов.

В Швеции есть современные мусоросортировочные заводы для сортировки и переработки смешанных отходов. Доля использования отходов вторично в качестве строительных материалов, и материалов для заправки и покрытия дорог, свалок составляет около 80%. Однако возможность импорта несортированных смешанных отходов песка и гравия в Швецию вызывает сомнения, так как страна имеет достаточное количество своих высококачественных материалов, и потребуются обоснование дополнительных расходов на транспортировку и сортировку.

Латвия как страна, которая уверенно идет по европейскому пути развития, взяла инициативу к 2020 году добиться того, чтобы 70% от общей массы строительных отходов повторно использовались и перерабатывались. Страна располагает перерабатывающими мощностями, и доля захороненных отходов в 2010 году составила всего 9%.

Использование отходов топлива в Латвии для получения энергии из отходов в настоящее время экономически нецелесообразно, так как отсутствует достаточное количество мусоросжигательных заводов. В стране активно используется древесина и древесные отходы, как топливо для производства энергии. Латвия имеет опыт экспортной деятельности с такими странами, как Швеция (46%), Норвегия (6%) и Финляндия (2%). Латвия будет продолжать стратегию развития в сфере переработки отходов, повышая при этом долю переработанного и использованного вторично сырья, а также постепенно улучшая свои возможности в производстве энергии из отходов. Соседство с Финляндией также делает экспорт не утилизируемых фракций из Финляндии доступным и свидетельствует о хорошей возможности для кооперации двух соседних стран Балтийского региона.

Из четырех стран Россия ежегодно производит наибольшее количество строительных отходов. По среднестатистическим данным ежегодно образуется около 15-17 млн тонн, что делает данную фракцию отходов одной из самых тяжелых и объемных. Доля переработки в России по-прежнему находится на низком уровне, составляя приблизительно 5-7%, что категорически мало по сравнению с другими странами [1].

В настоящее время появляется все большее понимание того, что отходы имеют значительный потенциал и ресурсную ценность, так как использование вторичного сырья обходится намного дешевле и безопаснее для окружающей среды, чем добыча нового. Минприроды России наметил цель – к 2024 г. увеличить процент переработки всех отходов до 36% (для сравнения сейчас этот показатель равен 7%), за счет активного внедрения системы раздельного сбора отходов и строительства перерабатывающих предприятий практически в каждом регионе страны [2]. Поэтому, сейчас страна находится на этапе перестройки системы обращения с отходами, активно занимаясь поиском новых, наилучших доступных технологий для утилизации отходов.

В настоящее время в России насчитывается 243 перерабатывающих завода, 50 мусоросортировочных комплексов и 10 мусоросжигательных заводов [3]. Ближайший город к Финляндии – Санкт-Петербург не имеет мощностей для сортировки смешанных отходов строительной индустрии, хотя масштабы образования их велики – около 1,5 млн тонн в год. Поэтому встает вопрос о перевозе строительных отходов из Санкт-Петербурга на переработку в ближайшей к городу сортировочной мощности. Такая станция располагается в 800 км от Санкт-Петербурга, что, к сожалению, решает вопрос в пользу захоронения. Сейчас в России реализуются проекты строительства новых мусоросжигательных заводов, работающих по принципу «энергия из отходов», планируется построить пять таких заводов всего, из них четыре в Москве и один в республике Татарстан. Первый завод должен быть построен к 2021 году [4].

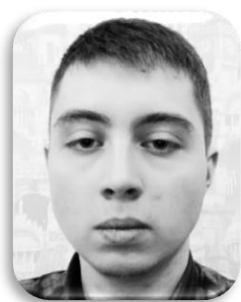
В отношении трансграничного перемещения отходов из России в другие страны, что частично могло бы снизить нагрузку на полигоны до строительства собственных

мощностей, можно утверждать о сложностях организационного характера, так как перевозка отходов является лицензируемым видом деятельности, и перевозка отходов в другие страны может потребовать длительных согласований и удорожает вторичные материалы.

По результатам исследований, был рекомендован экспорт финских не утилизируемых энергетических отходов в Швецию, для получения энергии, и в Латвию - смешанных отходов и древесины. В Россию экспорт не рекомендуется в связи с наличием большого количества своих строительных отходов и отходов после сноса зданий, которые к тому же в большинстве своем отправляются на полигоны. Был разработан и согласован с компаниями перечень шведских и латышских строительных компаний и электростанций, которые могли бы стать партнерами и покупателями продукции финской компании Purkuriha.

Литература

1. Recycling in Russia [Электронный ресурс]. <https://www.letsdoitworld.org/2017/02/recycling-in-russia/>, своб.
2. Раздельный сбор мусора в России: перспективы и препятствия к внедрению нового закона [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://promdevelop.ru/razdelnyj-sbor-musora-v-rossii-perspektivy-i-prepyatstviya-k-vnedreniyu-novogo-zakona/>, своб.
3. Сортировка мусора в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rcycle.net/musor/razdelnyj-sbor/reforma-sortirovki-v-rossii-novovvedeniya-slozhnosti-perspektivy>, своб.
4. Первые мусоросжигательные заводы РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://realty.ria.ru/20190924/1559060371.html>, своб.



Атереков Сергей Сергеевич

Год рождения: 1996

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

студент группы №W41551,

направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация

технологических процессов и производств,

e-mail: catarn@mail.ru

УДК 62-5

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СИНТЕЗА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОМ ПАСТЕРИЗАЦИИ СЛИВОК**

С.С. Атереков

Научный руководитель – к.т.н., доц. В.Л. Лазарев¹

1 – Университет ИТМО

Аннотация

В работе сформулированы основные положения задачи синтеза системы управления процессом пастеризации сливок. Изложенная формулировка учитывает особенности этого процесса, специфику его реализации на практике. Предложенные решения могут быть использованы при разработке технического задания на проектирование и последующую реализацию системы управления. Их внедрение будет способствовать повышению эффективности организации управления подобными процессами в различных отраслях промышленности.

Ключевые слова

Автоматизация, управление, пастеризация сливок, состояние неопределенности.

Важность молочных продуктов для питания человека неоспорима, это связано с тем, что в них содержатся незаменимые аминокислоты, такие как гистидин, метионин, лизин и триптофан. Эти вещества прекрасно усваиваются пищеварительным трактом, затраты энергии на их переваривание - минимальные. Молоко содержит в своем составе большое количество питательных веществ: ферменты, соли, жиры, белки, углеводы. Оно также является основой для производства различных молочных продуктов, например, сливок с различной жирностью, пользующихся большим спросом. Для обеспечения надлежащего качества и сохранности сливки должны подвергаться пастеризации. Повышение спроса и возрастание требований к качеству продукции обуславливают необходимость совершенствования системы управления процессом пастеризации [1]. Актуальность такой задачи возрастает при использовании на современных производствах высокопроизводительного оборудования.

При создании системы управления необходимо, по возможности, использовать существующие решения в этой области, которые прошли успешную апробацию на практике. Модернизации и совершенствованию, в первую очередь, должны подвергаться блоки и модули, в которых имеется потенциал развития для повышения качества реализации конкретных задач управления.

Выпускаемое современное оборудование для проведения процесса пастеризации сливок, как правило, оснащено интегрированным комплексом контуров и блоков для решения основных задач автоматизации и управления процессом. Таковыми, в частности, являются:

- контуры контроля и регистрации основных технологических параметров процесса, например, температуры сливок на входе и выходе из аппарата, температуры и расхода энергоносителя, давления пара в различных точках и ряда других параметров;
- контуры регулирования важнейших параметров, например, температуры сливок на выходе из аппарата, уровня сырья в приемном танке и др., основанные на использовании типовых законов регулирования;
- блоки оптимизации режимов работы оборудования для ряда важнейших, наперед заданных критериев, например, минимизации энергозатрат, повышения производительности и др.

Предлагаемые решения основаны на использовании современных технических средств (первичных преобразователей, исполнительных механизмов, пусковой и защитной аппаратуры, программируемых контроллеров и др.). При этом характеристики предлагаемых систем, в основном, отвечают современным требованиям по показателям надежности, точности в статических и динамических режимах, а для систем регулирования - по запасам устойчивости и быстродействию [2].

Тем не менее, особенности организации управления процессом пастеризации позволяют выделить ряд специфических задач, дальнейшее решение которых позволит повысить эффективность функционирования системы управления. Таковыми являются следующие основные задачи.

1. Повышение качества регулирования температуры сливок при пастеризации. Суть состоит в следующем. Классическая постановка задачи синтеза такой системы автоматического регулирования (САР) предусматривает обеспечение необходимых запасов устойчивости по амплитуде (порядка 9 – 12 дБ) и по фазе (порядка 30°). К этому обычно добавляются требования по ограничению величин статической ошибки и длительности переходного процесса, а также отсутствию перерегулирования, т.е. обеспечение апериодического переходного процесса. Последнее требование обусловлено необходимостью «защиты» продукта от излишнего перегрева, что является причиной интенсивного образования белковых отложений на внутренней поверхности теплообменного аппарата с последующей потерей работоспособности. Очистка поверхности аппарата, с целью восстановления его работоспособности, является трудоемкой процедурой и требует значительных затрат времени и средств.

Решение такого распространенного варианта задачи синтеза обычно осуществляется путем изменения настроечных параметров используемого закона регулирования или, в крайнем случае, введением в контур САР специальных корректирующих звеньев. Классические методики определения настроечных параметров, в основном «ориентированы» на работу в переходных или стационарных режимах и недостаточно адаптированы к действию реальных возмущений, являются не точными. В результате, при наличии реальных возмущений, эффективность настройки САР снижается, что повышает вероятность возникновения ситуаций с «перегревом» продукта либо появления «обратного» эффекта. В последнем случае, при понижении температуры пастеризации ниже допустимой, срабатывает система блокировки потока продукции и «недопастеризованные» сливки направляются на повторную тепловую обработку. В результате снижается производительность оборудования и возрастает расход энергии.

Для совершенствования настройки САР целесообразно использовать комплексные критерии оценки качества регулирования параметра. Перспективным является подход, когда вариации параметра в процессе регулирования оцениваются уровнем его состояния неопределенности относительно уставки регулятора. В этом случае для оценки качества регулирования могут быть использованы методы и технологии нечеткой логики, мягких измерений и вычислений, теории энтропийных потенциалов (ТЭП) и др. Очевидно, что минимизация таких оценок, например, путем

целенаправленного изменения настроечных параметров регулятора будет способствовать повышению качества регулирования. Использование методов ТЭП позволяет описывать состояние неопределенности параметра с помощью набора понятий энтропийных потенциалов. Применительно к специфике рассматриваемой задачи, для описания состояния неопределенности параметра в процессе регулирования целесообразно использовать величину комплексного энтропийного потенциала (КЭП) - L_{Δ} , которая определяется из выражения

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

В (1) использованы следующие обозначения. K_e - энтропийный коэффициент закона распределения отклонений параметра от уставки регулятора, который описывает «вариативные» свойства этого закона. Методы определения значений величин K_e в различных ситуациях приведены в специальной литературе. σ – величина среднеквадратического отклонения (СКО). X_n - величина базового значения параметра, на «фоне» которого рассматривается состояние неопределенности, например, величина уставки регулирования. Величина КЭП позволяет описать состояние неопределенности параметра в едином комплексе, на основе учета всех основных составляющих этого состояния. Состоятельность предложенного подхода к описанию состояний неопределенности различных систем показана, например, в работах [3, 4].

Критерием синтеза САР, например, в варианте определения настроечных параметров регулятора, на основе использования (1), будет являться условие

$$L_{\Delta}(K_i) \rightarrow \min; (i \in I), \quad (2)$$

где $K_i, (i \in I)$ – настроечные параметры регулятора. Так, например, при использовании типового ПИД закона регулирования настроечных параметров будет три: k – коэффициент передачи, T_i – постоянная интегрирования и T_d - время предварения. Определение оптимальных значений настроечных параметров в соответствии с (2) следует проводить в два этапа. На первом этапе определяются диапазоны изменения значений величин $K_i, (i \in I)$, обеспечивающих выполнение «классических» требований к свойствам САР, которые изложены выше (по запасам устойчивости, виду переходного процесса, значению величины статической ошибки и др.). На втором, заключительном этапе, в области этих диапазонов варьирования, производится поиск оптимальных значений величин $K_i \rightarrow \text{opt}, (i \in I)$, обеспечивающих выполнение условий (2). Существуют различные методы организации поиска. Одним из них является метод случайного поиска и др.

2. Другой важной задачей совершенствования систем управления процессом пастеризации сливок является разработка методов и моделей для создания когнитивных образов динамики изменения состояний процесса по важнейшим параметрам в составе АСУТП. Использование адекватных когнитивных образов создает предпосылки для принятия оперативных и эффективных управленческих решений при наличии большого числа переменных задачи. При решении такой задачи необходимо учитывать следующие соображения, вытекающие из особенностей производства:

- целесообразность интеграции автоматизированных рабочих мест (АРМ) для отдельных операций или участков производства в единую сеть;
- использование унифицированных типовых модулей в составе АСУТП (периферийные устройства, процессорные блоки, программное обеспечение и др.);
- внедрение SCADA-систем для информационного обеспечения персонала.

Внедрение в производство предлагаемых решений по совершенствованию системы управления процессом пастеризации сливок будет способствовать повышению производительности продукции, уменьшению брака. Следует отметить, что эти решения и подходы также окажутся полезными при разработке систем управления для похожих по своей сути процессов и производств биотехнологической промышленности [1, 2, 5].

Литература

1. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. М.: Колос. 2003. 400 с.
2. Лазарев В.Л. Робастные системы управления в пищевой промышленности: Учебное пособие. СПб.: СПбГУНиПТ. 2003. 150 с.
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. [Электронный ресурс].// Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. №4. С. 54–61.
4. Кулаков В.Г., Лазарев В.Л., Федупин В.А. Энтропийные модели в исследовании социальных систем. //Вопросы статистики. 2010. №10. С. 47-50.
5. Твердохлеб Г.В., Сажинов Г.Ю., Раманаускас Р.И. Технология молока и молочных продуктов. М.: ДеЛи принт. 2006. 616 с.



Варик Вероника Станиславовна

Год рождения: 1998

Университет ИТМО,

факультет информационных технологий

и программирования,

студент группы №Т3410

направление подготовки: 19.03.03 – Продукты

питания животного происхождения,

e-mail: varik.veronika98@mail.ru



Кременевская Марианна Игоревна

Год рождения: 1961

Университет ИТМО,

факультет факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

доцент, ординарный доцент,

e-mail: marianna.kremenevskaya@mail.ru

УДК 664.8/.9

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ИНГРЕДИЕНТОВ ИЗ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

В.С. Варик

Научный руководитель – доцент, ординарный доцент М.И. Кременевская

Аннотация

В данной работе определены параметры технологического процесса обработки побочных продуктов из рыбного сырья в конечных продуктах после обработки различными микроконцентрациями для пищевых систем различного назначения. В гидролизатах изучены массовые доли аминокислот, полученные методом ВЭЖХ и содержание жирорастворимых витаминов.

Ключевые слова

Кожа сельди Атлантической, аминокислотный анализ сырья, жирорастворимые витамины, ВЭЖХ, белковый гидролизат.

Побочные продукты возникают в процессе переработки основного сырья производства методом гидролиза в присутствии микроконцентраций химических реагентов. Они могут быть использованы в качестве основного сырья для производства другой продукции и не являются отходом. Однако побочные продукты имеют в своем составе значительное содержание коллагена, эластина и других соединительнотканых белков, что, на сегодняшний день, приводит к достаточно бурным дискуссиям о значимости их пищевой ценности и целесообразности переработке коллагенсодержащего сырья для пищевых нужд.

Поэтому целью предлагаемой к рассмотрению работы является получение белковых ингредиентов из побочных продуктов рыбоперерабатывающих производств и изучение их биохимического состава.

Кожа рыбного сырья практически не переваривается в ЖКТ (желудочно-кишечном тракте), что может говорить об её не усвояемости.

Мы перевели не перевариваемую форму пищевой системы в перевариваемую и

получили важные аминокислоты и витамины, участвующие в жизнедеятельности организма человека. Из литературных источников известно, что коллагенсодержащие продукты используются в профилактике заболеваний опорно-двигательного аппарата человека. Основными аминокислотами соединительной ткани являются такие специфические, редко встречающиеся в других источниках аминокислоты, лизин и пролин.

Лизин в организме человека под воздействием лизилгидроксилазы превращается в гидроксизин, дефицит которой может привести к появлению синдрома Элерса-Данлоса типа 6 – группе системных дисфункций соединительной ткани, представляющих опасность для жизни и не имеющих лечения на сегодняшний день [1].

Треонин – незаменимая α -аминокислота, входит в состав многих белков (пепсин, глиадин, фибрин и др.). Треонин относится к группе аминокислот, которые имеют полярные, но нейтральные боковые цепи. Присутствие большого количества полярных аминокислот повышает растворимость белков в воде, в то же время функциональные группы этих молекул часто играют важную роль в действии ферментов и определяют другие физиологические свойства белков

Метионин – алифатическая серосодержащая α -аминокислота, бесцветные кристаллы со специфическим неприятным запахом, растворимые в воде, входит в число незаменимых аминокислот. Недостаток в организме этой аминокислоты вызывает нарушение функций печени и способствует развитию гепатоза и цирроза. Так же недостаток метионина приводит к заболеваниям сердца (атеросклероза и т.д.)

Одним из самых важных жирорастворимых витаминов в нашем белковом ингредиенте является витамин Д3. Под термином витаминов группы D понимают несколько соединений, относящихся к стеринам; наиболее активны-эргокальцеферол (D2) и холекальциферол (D3). Витамины группы D образуются под действием ультрафиолета в тканях животных и растений из стеринов. Витамин D является уникальным. Это единственный витамин, действующий и как витамин, и как гормон. Как витамин он поддерживает уровень неорганического P и Ca в плазме крови выше порогового значения и повышает всасывание Ca в тонком кишечнике.

Витамин А – ретинол или истинный витамин А, в чистом виде нестабилен, жирорастворимый. Данный витамин необходим для роста костной ткани, здоровья кожи и волос, нормальной работы иммунной системы и т.д. Витамин А помогает регулировать обменные процессы и синтез белковых соединений в организме [2].

Витамин Е (токоферол) – группа природных жирорастворимых соединений производных токола. Важнейшими соединениями являются токоферолы и токотриенолы. Имеет множество функций, например, участие в процессах размножения млекопитающих, является хорошим иммуномодулятором. Витамин Е является универсальным протектором клеточных мембран от окислительного повреждения. Недостаточность токоферола приводит к мышечной дистрофии, бесплодию, некрозу печени и размягчению некоторых участков головного мозга [3].

Мы приготовили 5 контрольных образцов с различной микроконцентрацией химического реагента. В ходе дальнейшего эксперимента, мы хотели обнаружить, какой образец станет самым удачным белковым гидролизатом.

После специфической пробоподготовки по методикам выполнения измерений массовых долей исследуемых веществ, 1 мл которых помещали в виолу, направляли для хроматографических исследований. Программное обеспечение хроматографа позволяет проводить регистрацию пиков для трех аминокислот: треонина с 4-й до 4,5 мин, метионина – с 7 до 7,5 мин и лизина на 10 мин.

Ниже представлены диаграммы функций распределения средней массовой доли аминокислот в белковых ингредиентах, полученных в присутствии щелочного реагента, концентрацией 0,1, 0,2 и 0,3% (рис. 1-6).

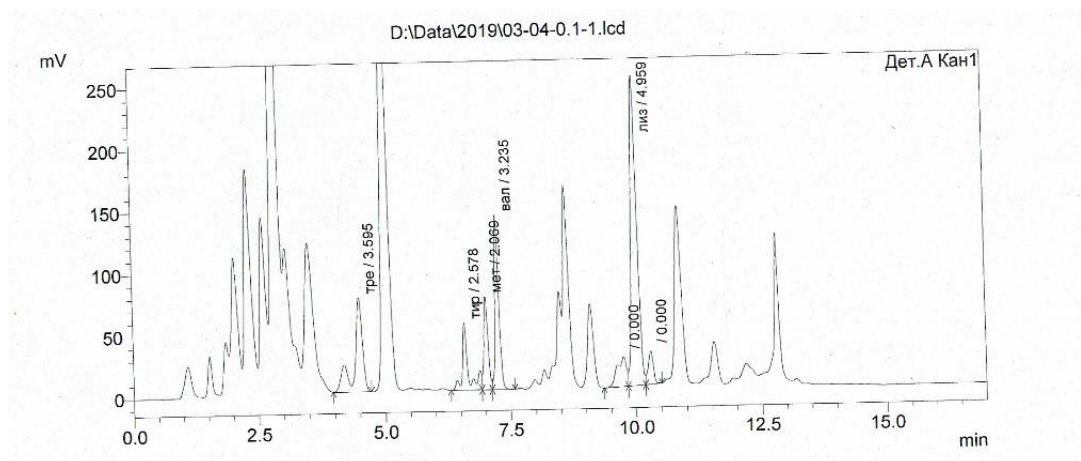


Рис. 1. ВЭЖХ аминокислотного анализа рыбного гидролизата (2 образец): 5 min – выход пика треонина с концентрацией 3,5; 7,5 min – выход пика метионина с конц.2,0; 10,0 min – выход пика лизина с конц. 4,4

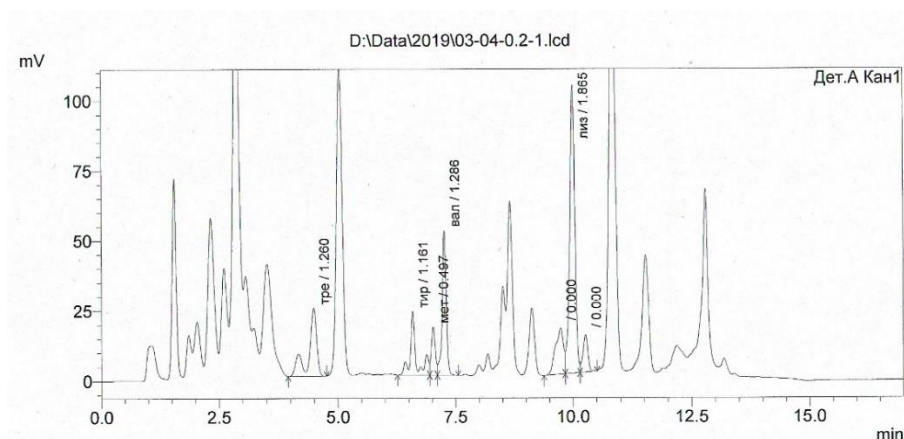


Рис. 2. ВЭЖХ аминокислотного анализа рыбного гидролизата (2 образец): 5 min – выход пика треонина с концентрацией 1.3; 7,5 min – выход пика метионина с концентрацией 0,5; 10,0 min – выход пика лизина с конц. 1,9

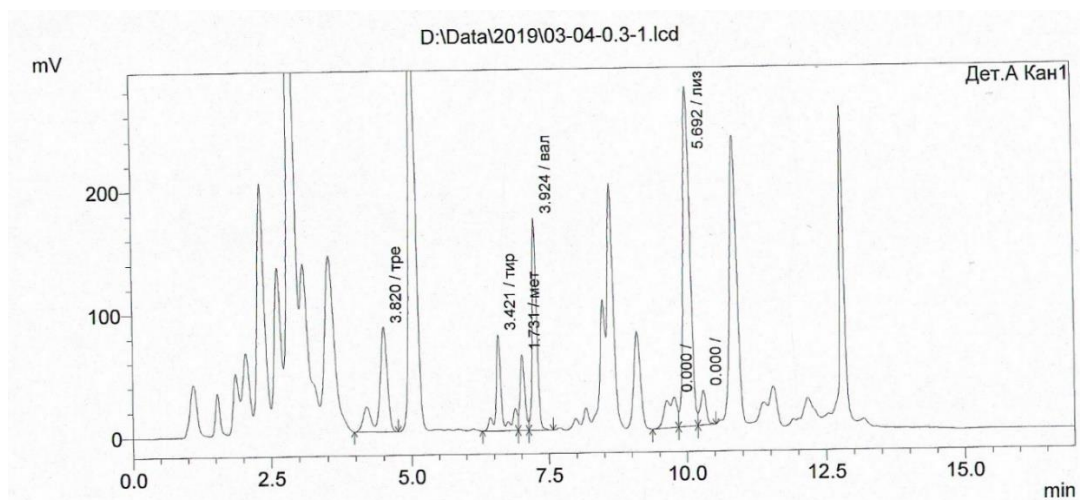


Рис. 3. ВЭЖХ аминокислотного анализа рыбного гидролизата (2 образец): 5 min – выход пика треонина с кон 3,8; 7,5 min – выход пика метионина с конц 1,7; 10,0 min – выход пика лизина с конц 5,7

Ниже представлены диаграммы функций распределения средней массовой доли жирорастворимых витаминов (А и Е). Программное обеспечение позволяет проводить регистрацию пиков для витамина А с 4-й до 4,5 мин и витамина Е на 18.5-19.5 мин

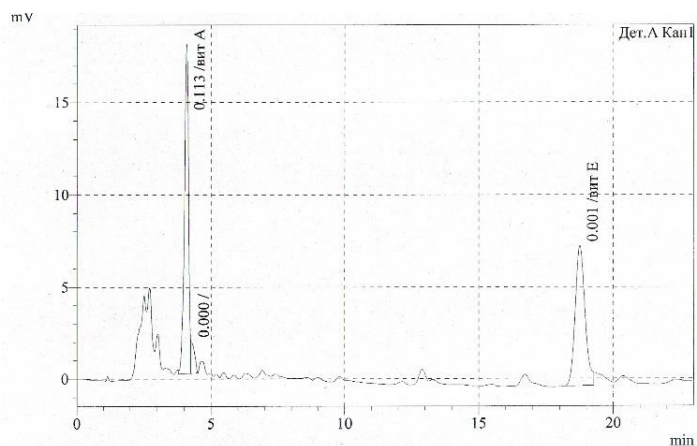


Рис. 4. ВЭЖХ жирорастворимых витаминов А и Е в образце 1 в присутствии 0,1% щелочного реагента

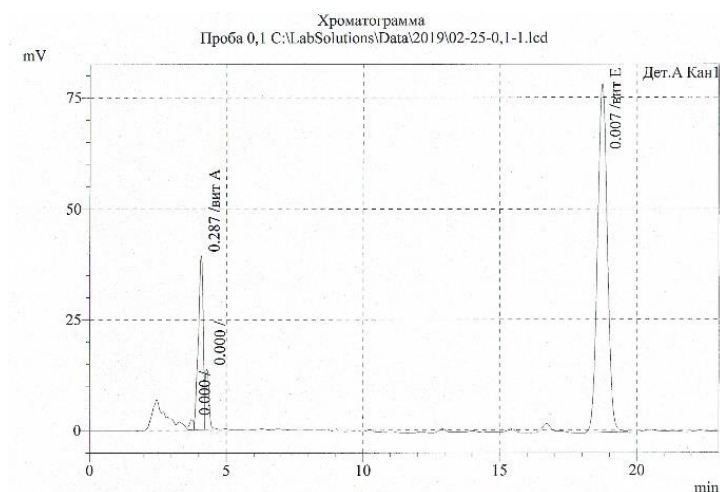


Рис. 5. ВЭЖХ жирорастворимых витаминов А и Е в образце 2 в присутствии 0,075 % щелочного реагента

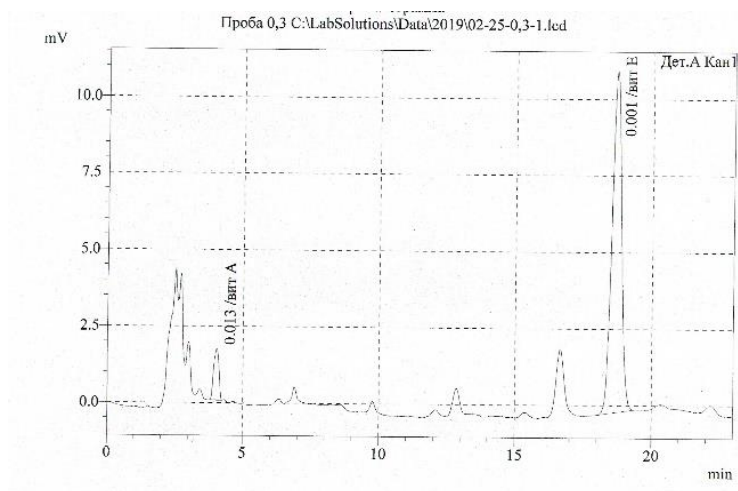


Рис. 6. ВЭЖХ жирорастворимых витаминов А и Е в образце 2 в присутствии 0,05 % щелочного реагента

Во втором образце содержание витаминов А и Е составляет, соответственно, 13,3 МЕ/кг и 1 мг/кг в первом образце, 28,7 МЕ/кг и 7 мг/кг, 1,3 МЕ/кг и 1 мг/кг, т.е. по содержанию витаминов А и Е наилучшим можно считать образец номер два.

Результаты исследования: получены белоксодержащие ингредиенты из кожи сельди атлантической, которые можно рекомендовать в качестве добавок к пищевым и кормовым продуктам. Установлено, что по совокупности исследуемых биохимических показателей наилучшими значениями обладает образец, полученный при диспергировании рыбного сырья и последующем его гидролизе в присутствии 0,075% щелочного реагента.

Литература

1. Непомнящих С.Ф. и др. Значение незаменимых аминокислот в жизнедеятельности человека (обзорный материал) //Актуальные вопросы совершенствования методологии социальной и профилактической медицины. 2019. С. 112-119.
2. Натансон А.О. Витамин А и А-витаминная недостаточность. М.: Государственное издательство медицинской литературы. 2013. 280 с.
3. Коденцова В.М. и др. Витаминные и антиоксидантные свойства токоферолов //Вопросы диетологии. 2018. Т. 8. №. 3. С. 23-32.



Веденский Владислав Олегович

Год рождения: 1996

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной теплоэнергетики,
студент группы W42551,

направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация
технологических процессов и производств,

e-mail: vladved3849@gmail.com

УДК 62-5

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ХРАНИЛИЩ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТАБАЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

В.О. Веденский

Научный руководитель – к.т.н., доц. В.Л. Лазарев¹

1 – Университет ИТМО

Работа выполнена в рамках темы НИР-ФУНД №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

В работе изложен подход к автоматизации промышленных хранилищ с учетом специфики процесса хранения табачного сырья. Предложенные решения могут быть использованы во многих производственных процессах и отраслях промышленности. Их использование позволяет усовершенствовать имеющиеся практические решения по организации управления подобными объектами.

Ключевые слова

Автоматизация, хранение продукции, микроклимат, состояние неопределенности.

Табачная продукция пользуется спросом среди различных групп населения. Для минимизации негативных последствий от ее потребления необходимо контролировать качество поступающего сырья, а также обеспечивать поддержание необходимых климатических параметров среды в хранилищах. При длительном хранении сырья в нем происходят необратимые изменения, что сказывается на качестве выпускаемой продукции. Для совершенствования процесса хранения необходимо сформулировать задачу управления процессом и на ее основе разработать соответствующие алгоритмы.

В листьях табака содержатся алкалоиды, а также эфирные масла, смолы, кислоты, углеводы, стиролы, фенольные соединения и другие вещества. Содержание элементов варьируется в зависимости от региона поставок и условий выращивания. В зависимости от условий хранения эти вещества могут вступать в реакции друг с другом, что, в конечном счете, сказывается на качестве продукции. Поэтому организация управления этим процессом является актуальной задачей.

Анализ процесса хранения табачного сырья позволяет сделать вывод о том, что основным аспектом задачи управления является создание и поддержание микроклимата в помещениях хранилища [1]. При этом важнейшими климатическими параметрами являются температура, влажность и, в ряде случаев, состав газовой среды. Существующие решения задач по синтезу систем регулирования климатических параметров позволяют обеспечить выполнение основных требований к качеству процесса регулирования в местах установки соответствующих датчиков, в т.н.

«характерных» точках. В современных хранилищах, имеющих значительные размеры помещений, такие решения зачастую приводят к существенному разбросу значений параметров в рабочем объеме. В результате могут иметь место нарушения режимов хранения сырья в отдельных зонах помещений, что обуславливает появление брака. Причинами таких нарушений являются возмущения, возникающие при открывании дверей помещений при загрузке и выгрузке сырья, нарушение условий вентиляции вследствие изменения расположения и конфигурации штабелей с сырьем и другие. Для борьбы с этим явлением, в современных хранилищах, предусмотрено наличие вентиляторов, включение которых позволяет осуществлять интенсивное перемешивание газовой среды, уменьшая тем самым неоднородность ее параметров. Потребляемая при этом энергия увеличивает затраты на производство продукции. Поэтому одной из важнейших задач управления процессом хранения является разработка методов и алгоритмов минимизации затрат энергии на принудительную вентиляцию помещений при обеспечении допустимого уровня неоднородности параметров газовой среды.

Для решения стоящей задачи необходимо выбрать критерий для оценки состояния неоднородности или неопределенности газовой среды в помещении по множеству выбранных параметров Y_j ($j \in J=1, 2, \dots, m$). Анализ существующих подходов к описанию состояний неопределенности многомерных объектов позволяет сделать вывод, что одним из продуктивных является подход, основанный на использовании методов теории энтропийных потенциалов (ТЭП). В этой ситуации, состояние неопределенности среды по m параметрам ($m \geq 3$) целесообразно описывать на основе квадратичной формы критерия многомерного комплексного энтропийного потенциала (МКЭП) – La_2 , определяемого из выражения [2, 3]:

$$La_2 = \left(\sum_{j=1}^m (c_j |L_{\Delta_j}|)^2 \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\sum_{j=1}^m \left(c_j \frac{\Delta_{ej}}{|X_{nj}|} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\sum_{j=1}^m \left(c_j \frac{K_{ej} \sigma_j}{|X_{nj}|} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (1)$$

В (1) использованы обозначения. L_{Δ_j} – величина комплексного энтропийного потенциала (КЭП) j – ого параметра. c_j – коэффициенты значимости или «веса» каждого отдельного параметра среды, X_{nj} – величина базового значения при рассмотрении состояния неопределенности j – ого параметра; Δ_{ej} – величина энтропийного потенциала (ЭП) j – ого параметра, которая выражается через величины среднего квадратического отклонения (СКО) – σ_j и энтропийного коэффициента – K_{ej} этого параметра ($j \in J=1, 2 \dots, m$). Величина K_e характеризует свойства закона распределения, предсказуемость появления конкретных значений параметра. Использование величины La_2 в качестве характеристики состояния неопределенности или неоднородности состава среды позволяет учесть все основные особенности или «границы» этого явления в едином числовом безразмерном выражении. Следует отметить, что т.н. энтропийный подход к организации мониторинга и управления состояниями неопределенности получает все большее распространение в различных областях [3, 4].

Алгоритм управления работой вентиляторов можно сформулировать следующим образом. Мониторинг состояния неопределенности состава среды в помещении хранилища осуществляется с помощью комплектов датчиков анализируемых m параметров, устанавливаемых в объеме помещения. Сигналы от датчиков поступают в устройство управления (УУ), где обрабатываются в соответствии с (1). При достижении значения величины La_2 наперед заданного предельного значения

$La_2(max)$, т.е. при выполнении условия $La_2 \geq La_2(max)$, выдается команда на включение вентиляторов. Происходит интенсивное перемешивание газовой среды, уменьшается состояние ее неоднородности и, следовательно, значение величины La_2 . Команда на отключение вентиляторов выдается при выполнении условия $La_2 \leq La_2(min)$. Таким образом, осуществляется оптимизация графика работы вентиляторов на основе минимизации затрат энергии. Затраты на приобретение и установку дополнительных датчиков и сопутствующих технических средств достаточно быстро окупаются за счет экономии электроэнергии, потребляемой для организации принудительной вентиляции.

Интерфейс для системы управления предлагается реализовать на основе беспроводных технологий. В этом плане перспективной является т.н. технология LoRa [5]. Она обеспечивает значительную дальность связи, по сравнению с существующими аналогами. На рис. 1 представлена схема работы технологии LoRa. Радиус действия этой сети 10-15км на открытой местности. К одной базовой станции LoRa можно подключить до 100000 датчиков по каналам RS-485 и RS-232.

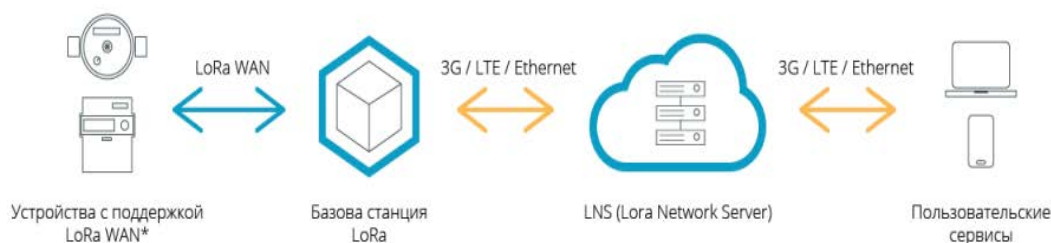


Рисунок. Схема информационного обмена в технологии LoRa

Сейчас эта технология внедряется преимущественно в коммунальной сфере для удаленного учета расхода воды и электроэнергии в помещениях, нет причин не воспользоваться ею при внедрении систем удаленного сбора данных с датчиков на промышленных предприятиях.

Предлагаемый подход также может быть реализован при решении подобных задач для организации управления состояниями неопределенности составом и свойствами сред в различных процессах: термообработки в газовой среде, хранения сырья и готовой продукции в других отраслях промышленности.

Литература

1. Николаев Е.В., Береговая В.М. Первичная переработка табака: научно-популярная литература/ Николаев Е.В., Береговая В.М. Симферополь. 2005. 96 с.: ил.
2. Лазарев В.Л. Робастное управление в биотехнологической промышленности. Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО. 2015. 196 с.
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. [Электронный ресурс]. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. №4. С. 54–61.

4. Управление в условиях неопределенности. Прокопчина С.В., Шестопалов М.Ю., Уткин Л.В., Куприянов М.С., Лазарев В.Л., Имаев Д.Х., Горохов В.Л., Жук Ю.А., Спесивцев А.В. Под ред. С.В. Прокопчиной. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. 304 с.
5. Верхуалевский К. Технология LoRa в вопросах и ответах // Журнал беспроводные технологии. 2016. №1. С. 18-21.



Вирабян Давид Григорович

Год рождения: 1998

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы № Т4150с,

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

e-mail: david-virabian@rambler.ru



Войтик Варвара Ивановна

Год рождения: 1996

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы № Т42503,

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

e-mail: voitik.varia@yandex.ru



Дидиков Александр Евгеньевич

Год рождения: 1961

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.т.н., доцент,

e-mail: aedidikov@ifmo.ru

УДК 504

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ НА СОВРЕМЕННОМ КОФЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Д.Г. Вирабян, В.И. Войтик

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.Е. Дидиков

Работа выполнена в рамках НИР «Анализ применения альтернативных источников энергии на современном кофейном производстве».

Аннотация

В данной работе рассмотрены современные технологии и процессы, позволяющие переработать отходы кофейного жмыха. Рассмотрены способы получения биодизеля, преимущества и недостатки процесса. Также, рассмотрена технологическая схема процесса.

Ключевые слова

Кофейный жмых, биодизель, биотопливо, пищевые отходы, биоэнергия.

В последние годы возрос интерес к производству биодизеля из отработанного кофейного зерна (SCG) в качестве устойчивой практики сокращения отходов. Кофе

является вторым по величине товаром во всем мире, а мировое производство кофе в 2016/2017 годах оценивается в 9,34 млн. тонн, согласно отчету Министерства сельского хозяйства США. За этот период потребление кофе в Соединенных Штатах составило 1,48 млн. тонн. На грамм SCG может быть получено до 0,91 г SCG, что является значительным показателем образования отходов. Исследования проводились для повторного использования ГКС в качестве биодизельного сырья, что обобщено в таблице S1. Эти исследования сначала извлекали кофейное масло из СКГ экстракцией растворителем (таким как гексан или смесь гексан / изопропанол), а некоторые исследования также проводили восстановление растворителя. Кофейное масло также использовалось для производства биогидроочищенного дизельного топлива, и были изучены различные катализаторы. Сообщаемый выход кофейного масла в основном варьировался от 8,6 мас.% до 16,2 мас.%, в то время как немногие сообщили о более 20 мас.%, а два сообщили о менее чем 8 мас.%. Кроме того, влияние различных растворителей на выход кофейного жмыха [1].

Процесс был изучен на основе полярности и количества. Сообщалось, что экстракция кофейного масла с использованием аппарата Сокслета имела более высокий выход, чем при использовании колбы с обратным холодильником. Кроме того, горячая экстракция усиливает экстракцию масла по сравнению с холодной экстракцией. Кроме того, ультразвук, применяемый во время экстракции кофейного масла, может увеличить выход масла, а также снизить использование растворителя. Кислотные значения масла SCG обычно варьировались от 6,50 до 16,59 мг КОН / г масла, в то время как были также сообщены высокие кислотные значения 118,40 и 40,00 мг КОН / г масла. Причина различий в содержании нефти и кислотной ценности СКГ может быть связана с различными источниками и неоднородной природой СКГ (то есть с различиями в размерах частиц, типах бобов, времени обжарки и т. Д.). Различие может быть также объяснено различием в условиях, используемых для экстракции (различные растворители и температуры экстракции). Двухэтапный процесс, этерификация кислотой с последующей щелочной переэтерификацией, обычно проводится для биодизельного сырья с высоким кислотным числом (более 2 мг КОН / г). Композиционный анализ показал, что основными метиловыми эфирами жирных кислот (FAME) биодизеля кофе являются C16: 0 (метилпальмитат) и C18: 2 (метиллинолеат) [2].

Трехступенчатый процесс (экстракция растворителем, этерификация и переэтерификация) для производства биодизеля из СКГ может быть дорогостоящим. Кроме того, традиционный трехэтапный процесс может быть подвержен увеличению частоты корректировки эксплуатационных параметров (и, следовательно, увеличению риска отключения системы), вызванному неоднородностью состава SCG. Прямая переэтерификация или переэтерификация *in situ* представляет собой способ производства биодизеля, который объединяет экстракцию, этерификацию и переэтерификацию нефти в одну стадию. Метод прямой переэтерификации практикуется на нескольких видах биодизельного сырья, таких как водоросли, соя, ятрофа и т.д. [3]. В обзорной статье указано, что, хотя щелочные и кислотные катализаторы подходят для реакции, кислотные катализаторы следует использовать, когда концентрация FFA (свободной жирной кислоты) в сырье превышает 2,0 мг КОН / г масла. Для прямой переэтерификации в большинстве исследований использовался основной катализатор (гидроксид натрия, гидроксид калия или метоксид натрия) из-за пониженной коррозионной активности, меньшего времени реакции и меньшего количества катализатора по сравнению с кислотным процессом (например, H₂SO₄), процесс СКГ *in situ* был недавно исследован с использованием хлороформа в качестве соразтворителя при 95 °C и серной кислоты в качестве наилучшего катализатора с концентрацией 92% (мас. H₂SO₄ / мас. Влажные СКГ). Это продемонстрировало

выполнимость процесса *in situ* с использованием SCG и предоставляет возможности для улучшения, такого как температура, использование растворителя и дозировка серной кислоты. В этом исследовании представлено использование метода прямой переэтерификации для непосредственного получения биодизеля из СКГ без отдельных стадий экстракции растворителем и этерификации (рисунок). В данном исследовании исследовалось влияние пропитки H_2SO_4 , времени реакции и температуры реакции на выход биодизеля [4].

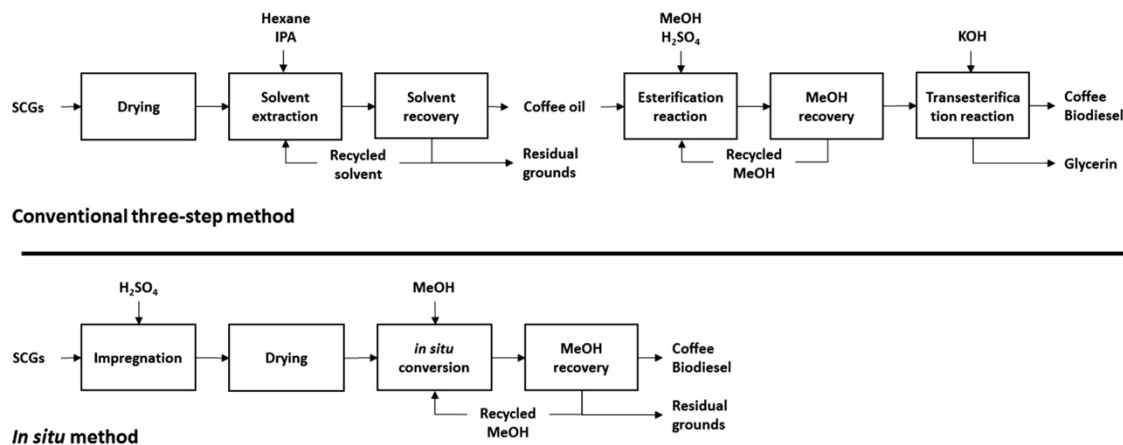


Рисунок. Схема процесса производства биодизеля из кофейного жмыха

SCG, использованные в настоящей работе, были собраны в местной кофейне. Используемые растворители, такие как метанол, гексан и изопропиловый спирт, относятся к классу ВЭЖХ (Fisher Scientific). Индикатор титрования, 1 мас./Об.% Фенолфталеина в 50% этаноле, готовили из порошка фенолфталеина в лаборатории. Гранулы калия гидроксида (! 85%) были приобретены для титрования.

Процесс прямой переэтерификации проводили в аппарате Сокслета. И дистилляционная колба, и экстрактор были обмотаны нагревательными лентами для поддержания желаемой температуры реакции. SCG сначала пропитывали катализатором для прямой этерификации. Поскольку кислотность нашего кофейного масла (6,18–6,94 мг / год) превышает 2 мг / год / год, в качестве катализатора вместо KOH была выбрана серная кислота (сертифицированный ACS Plus, от 95,0 до 98,0 мас. / Мас.%). чтобы избежать омыления. SCG (100 г сухого веса) были пропитаны различными концентрациями серной кислоты (5, 10, 15 и 20% от веса сухого SCG). Затем добавляли 200 мл деионизированной воды для гомогенного покрытия. Концентрация H_2SO_4 во время пропитки составляла 0,22–0,27М. Суспензию нагревали до 70 °С и перемешивали в течение 3 часов, после чего суспензию полностью сушили в печи при 105 °С в течение 24 часов.

СКГ в кол-ве пропитанных 50 г в сухом виде загружали в целлюлозную гильзу. 250 мл метанола помещали в дистилляционную колбу. После прямой переэтерификации реакционную смесь (избыток метанола, глицерина и кофейного биодизеля) транспортировали в роторный испаритель для извлечения метанола при 70 °С и вакууме 25,4 мм рт.ст. После этого жидкость (смесь биодизеля и глицерина) переносили в делительную воронку. Затем в воронку добавляли 20 мл предварительно нагретой (80 °С) деионизированной воды и смесь отстаивали не менее 30 мин для отделения глицерина. После этого нижний глицериновый слой и средний слой промывной воды были слиты. Процесс промывки повторяли до тех пор, пока pH промывочной воды не стал таким же, как у исходной деионизированной воды. На последнем этапе после слива промывочной воды промытый биодизель помещают в

центрифугу для отделения любых оставшихся примесей (5000 об / мин для 30 мин), такие как следовые количества воды и мелкие частицы СКГ. Параметрический анализ проводили для температуры реакции (60, 70 и 80 °С), времени реакции (3, 4, 5, 6, 7, 10, 12 и 17 ч) и дозировки катализатора (H₂SO₄) (5), 10, 15, 20 мас.%) Для определения оптимальных условий эксплуатации.

Согласно литературным данным, смесь гексан / изопропиловый спирт (1: 1 по объему) приводила к высокому содержанию масла в СКГ. Поэтому экстракцию кофейного масла Сокслета гексаном и изопропиловым спиртом (1: 1 об. / Об., всего 250 мл) проводили для определения максимального доступного содержания масла в СКГ, которое использовали в качестве индикатора для завершения реакции. Были испытаны различные условия экстракции, и оптимальные условия экстракции составляли 6 ч при 70 ° С. Метод титрования AOCS Cd 3d 63 был выполнен для определения кислотного числа как кофейного масла, так и биодизеля.

Образцы биодизеля кофе были отправлены в Исследовательский отдел биомасел при Министерстве сельского хозяйства США - Служба сельскохозяйственных исследований (USDA-ARS) для выборочных испытаний свойств топлива на основе методов ASTM и измерения состава FAME с помощью GC-MS [5].

Было установлено, что максимальное доступное содержание масла в пределах SCG составляет $17,32 \pm 0,93$ мас.%, что находится в пределах, указанных в других исследованиях (6–20 мас.%). Содержание влаги в SCG составляло от 40,93 мас.% до 50,32 мас.%. Значения кислотности кофейного масла варьировались от 6,18 до 6,94 мг КОН / г масла, что указывало на необходимость этерификации кислоты перед щелочной переэтерификацией.

Таким образом, метод прямой переэтерификации (*in situ*) позволяет получать биодизельное топливо из СКГ, которое по качеству сопоставимо с традиционным методом экстракции растворителем. Этот процесс намного проще. Кофейный биодизель имел профиль FAME, который в основном содержал C16: 0 и C18: 2. Оптимальные условия реакции были 70 °С и 12 ч с 20 мас.% H₂SO₄ в качестве катализатора. Выход кофейного биодизеля достигал $0,08 \pm 0,70$ мас.% с кислотным значением 0,31 мг КОН / г после щелочной промывки. Соответствующая степень превращения кофейного масла в кофейный биодизель составляет 98,61 мас.% При оптимальных условиях реакции. Произведенные SCG соответствуют всем протестированным спецификациям ASTM D6751.

Литература

1. Couto R.M., Fernandes J., da Silva M.G., Sim es P.C. Supercritical fluid extraction of lipids from spent coffee grounds. *J Supercrit Fluids* 2009;51:159–66.
2. Calixto F., Fernandes J., Couto R., Hernandez E.J., Najdanovic-Visak V., Sim es PC. Synthesis of fatty acid methyl esters via direct transesterification with methanol/carbon dioxide mixtures from spent coffee grounds feedstock. *Green Chem* 2011;13:1196–202.
3. Oliveira L.S., Franca A.S., Camargos R.R., Ferraz V.P. Coffee oil as a potential feedstock for biodiesel production. *Bioresour Technol* 2008;99:3244–50.
4. Kondamudi N, Mohapatra SK, Misra M. Spent coffee grounds as a versatile source of green energy. *J Agric Food Chem* 2008;56:11757–60.
5. Caetano N.S., Silva V.F., Melo A.C., Martins A.A., Mata TM. Spent coffee grounds for biodiesel production and other applications. *Clean Technol Environ Policy* 2014;16:1423–30.



Вирабян Давид Григорович

Год рождения: 1998

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы № Т4150с,

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

e-mail: david-virabian@rambler.ru



Войтик Варвара Ивановна

Год рождения: 1996

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы № Т42503,

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

e-mail: voitik.varia@yandex.ru



Сергиенко Ольга Ивановна

Год рождения: 1957

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.т.н., доцент,

e-mail: oisergienko@corp.ifmo.ru

УДК 504.03

**КОФЕЙНЫЙ ЖМЫХ КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И БИОЭНЕРГИИ**

Д.Г. Вирабян, В.И. Войтик

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

Работа выполнена в рамках НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

Рассмотрены современные подходы к управлению отходами кофейного производства. Рассмотрены способы получения биологически активных веществ, биотоплива, биоугля из кофейного жмыха и их влияние на почву, животных и растения. Показано, что антимикробное свойство кофейного жмыха и содержание в нем пищевых волокон делает его пригодным для применения в фармацевтической и пищевой промышленности.

Ключевые слова

Кофейный жмых, твердые бытовые отходы, биологически активные вещества, пищевые отходы, биоэнергия.

Количество открытых кофеен в Санкт-Петербурге к 2020 году превысило все возможные ожидания. Сейчас в городе насчитывается порядка 1148 кофеен, не считая павильоны на улицах и в общественных местах. Важно отметить, что в среднем, суммарно от всех кофеен города образуется около 2,7 т в день кофейного жмыха, который является перерабатываемым отходом, однако, ему до сих пор не найдено рационального применения, хотя существует множество способов его использования: в качестве удобрений, пищевых и кормовых добавок, в медицинских и косметических целях.

Целью данной работы является поиск и оценка методов рационального использования кофейного жмыха, в целях получения экологической и экономической выгоды для предприятия, с возможными перспективами развития выбранной технологии.

В задачи исследования входило рассмотрение различных вариантов повторного использования кофейного жмыха и применяемые технологии.

Кофейный жмых как отход богат питательными веществами, белками, маслом, волокнами, фенольными и многими другими соединениями, что делает его ценным исходным материалом в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. В последнее время исследователи работают над открытием новых методов и процессов для превращения кофейного жмыха в новые продукты с добавленной стоимостью; это вписывается в иерархию отходов, либо как повторно используемый продукт для питания людей или в качестве кормовой добавки в рационе скота. Жмых также может служить для производства биотоплива и энергии [1]. Компонентный состав кофейного жмыха представлен в таблице.

Таблица

Состав кофейного жмыха

Химический состав	Содержание (мас.%)
Белки	6.7–13.6
Гемицеллюлоза	30–40
Целлюлоза (глюкоза)	8.6–13.3
Масло	10–20
Лигнин	25–33
Полифенолы	2.5
Кофеин	0.02
Арабинозы	1.7
Галактоза	13.8
Манноза	21.2
Зола	1.6
Органические вещества	90.5
Азот	2.3
C / N	22/1

Использование кофейного жмыха по разным применениям оказывает, как положительные, так и отрицательные воздействия на окружающую среду. Например, из-за высокой теплотворной способности его использовали в котлах в качестве топливного материала, однако это привело к образованию атмосферных загрязнителей

– монооксида углерода и летучих органических соединений. Использование кофейного жмыха в рационе животных показало отрицательные эффекты из-за высокого содержания лигнина. Тем не менее, текущие исследования показывают, что оптимизация и разработка методов извлечения и выделения ценных соединений из кофейного жмыха (фенольных соединений, флавоноидов, хлорогеновой и протокатехиновой кислот) могут использоваться в фармацевтической промышленности в качестве нового сырьевого материала. Кроме того, кофейный жмых может использоваться для производства других ценных продуктов, таких как биодизель и этанол, или в качестве субстрата в пищевой промышленности. На рисунке представлены различные способы и области применения кофейного жмыха.

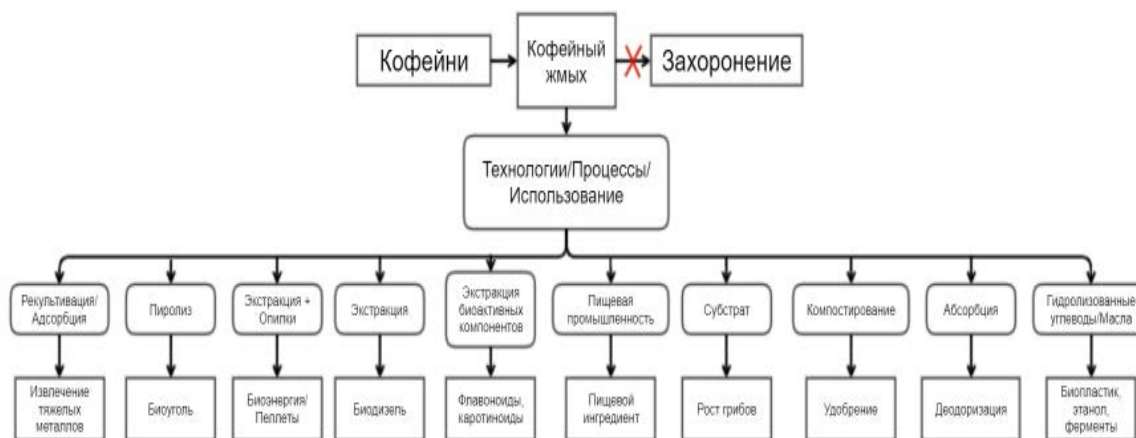


Рисунок. Варианты применения кофейного жмыха [1]

Использование жмыха в качестве ценного источника природных антиоксидантов было также изучено, в частности, для извлечения фенольных соединений, которые в дальнейшем могут быть использованы в качестве пищевых добавок, продуктов питания, для здравоохранения и для аптек. Фенольным соединениям уделяется значительное внимание из-за их благоприятного воздействия на здоровье человека, например, как защитное действие против хронических дегенеративных заболеваний (катаракта, дегенерация желтого пятна, нейродегенеративные заболевания и сахарный диабет), рака и сердечно-сосудистых заболеваний – все это связано с их антиоксидантной активностью [2]. В недавнем исследовании экстракты, полученные из жмыха, проявляли противоопухолевую и противоаллергическую активность, которые были связаны с присутствием фенольных соединений, таких как хлорогеновая кислота, в их составе. Таким образом, извлечение антиоксидантных фенольных соединений из кофейного жмыха можно считать интересной альтернативой для получения важных ингредиентов из недорогого сырья.

Исследования показали, что фенольные соединения в основном ответственны за антиоксидантную активность жмыха. После экстракции кофейного жмыха общее содержание фенола, выраженное в эквивалентах галловой кислоты (GAE), составляло от 17 до 35 мгGAE/г сухих отходов. Эти значения выше, чем в других агропромышленных отходах, таких как виноградная выжимка, морковная и яблочная кожура, которые содержали менее 15 мгGAE/г сухого вещества. Это подтверждает пригодность использования кофейного жмыха в качестве источника фенольных антиоксидантов [2]. Сообщается о различных методах экстракции фенольных соединений. Щелочной гидролиз и физиологический раствор были пригодны для оценки общей и ионно-связанной фенольных кислот соответственно, тогда как

кислотный гидролиз является неадекватным методом для количественного определения фенольных кислот кофе.

Получение биодизеля из кофейного жмыха также привлекает внимание из-за возросшего интереса получению экологически чистого топлива. Исследования показали, что неочищенные липиды, экстрагированные из жмыха, превращались в метиловый эфир жирной кислоты (МЭЖК) и этиловый эфир жирной кислоты (ЭЭЖК) посредством некаталитической реакции переэтерификации биодизеля. Однако прямое превращение биоэтанола из кофейного жмыха не было признано желательным вариантом из-за относительно медленного проведения ферментативного осахаривания в присутствии триглицеридов и свободных жирных кислот (СЖК), обнаруженных в сырье [2].

В работе [3] приводятся результаты исследования получения топливных брикетов из кофейного жмыха. Проанализировано получение различных смесей из жмыха и древесной щепы, химические свойства и теплотворная способность смесей. Результаты показали, что кофейный жмых приводит к лучшему сгоранию, но выбросы СО и взвешенных частиц увеличиваются, что указывает на то, что сжигание топливных брикетов возможно, но требует определенной конструкции печи.

Чрезмерное использование химических удобрений является проблемой глобального масштаба из-за негативного воздействия на окружающую среду. Поэтому важно найти эффективные альтернативы химическим удобрениям. Кофейный жмых может быть перспективным источником питательных веществ, он может улучшить структуру почвы, аэрацию, а также плодородие. Присутствие жмыха в почве может увеличить продуктивность растений в зависимости от дозы.

Высокая концентрация питательных веществ и соотношение углерод/азот делает жмых ценным материалом для процесса компостирования.

Однако исследования различных систем компостирования показали, что жмых уменьшает рост и выживание дождевых червей, и применение непосредственно свежего жмыха в почвах городского хозяйства значительно снижает рост растений. Вместо свежего жмыха следует наносить на почву компостированный жмых, чтобы добиться большей минерализации почвы, а также увеличить поглощение минеральных питательных веществ культурными растениями [4].

Несмотря на то, что кофейный жмых является многообещающим альтернативным источником питательных веществ для растений, его экологическая безопасность была упущена из виду. До настоящего времени нет доступных данных относительно воздействия жмыха на функциональные микробные сообщества почвы, а также на функционирование почвы. Хорошо известно, что кофейный жмых содержит несколько соединений с антимикробными свойствами, поэтому включение жмыха в почву может снизить микробную активность почвы или даже изменить структуру сообщества, способствующую росту бактерий. Исследования в этом направлении должны проводиться для того, чтобы оценить влияние включения кофейного жмыха в почву на структуру бактериальных сообществ почвы, а также на общую микробную активность. Можно предположить, что кофейный жмых изменит структуру бактериальных сообществ почвы и уменьшит микробную активность почвы.

Исследования показали, что жмых имеет более высокое содержание волокон и крахмала по сравнению с кофейными зернами. Кофейный жмых оказывает противовоспалительное действие, уменьшая высвобождение медиаторов воспаления, обеспечивая основу для использования жмыха в контроле/регуляции воспалительных заболеваний. Применение жмыха в пищевой промышленности в качестве источника пищевых волокон возможно с пользой для здоровья. В работе [5] оценено использование кофейного жмыха в качестве пищевого ингредиента в производстве хлебобулочных изделий. Показано, что жмых является естественным источником

нерастворимых в антиоксидантах волокон, незаменимых аминокислот, и абсолютно безопасных сахаров с низким гликемическим индексом, устойчивых к термической обработке и перевариванию пищи.

Кофейный жмых можно использовать в качестве недорогого адсорбента для биосорбции тяжелых металлов из водных растворов. Исследование показало очень хорошие результаты для удаления Cd, Cr (II) и Cr (IV), Cu и Pb. Получаемый биоуголь в результате пиролиза кофейного жмыха дает хорошие результаты для удаления тяжелых металлов, особенно для Zn, Cd, Cu и Pb. Из кофейного жмыха можно получать активированный уголь [5].

Пищевые отходы в настоящее время представляют собой растущий поток отходов, к которому нужно относиться с большим вниманием в силу их экологических, социальных и экономических последствий. Глобальное производство кофе увеличивается из-за более высокого потребления, что приводит к производству миллионов тонн пластмасс, алюминиевых капсул и кофейного жмыха по всему миру. По оценкам, тысячи тонн кофейного жмыха в год производится и отправляется на свалки. Это приводит к загрязнению почвы, воды и воздуха. Согласно литературным источникам, кофейный жмых является ценным источником биологически активных соединений (например, фенольных, флавоноидных, каротиноидных, хлорогеновых, протокатеховых кислот, меланоидинов, дитерпенов, ксантинов, предшественников витаминов и т.д.) и полезным ресурсным материалом для разных применений. Он может найти применение для получения компоста, для адсорбции тяжелых металлов и для целей дезодорации выбросов, в качестве биоугля, биодизеля, для получения топливных брикетов или пеллет, а также в фармацевтической, пищевой отрасли и в медицине.

Литература

1. Zuorro A. and Lavecchia R. Spent coffee grounds as a valuable source of phenolic compounds and bioenergy // *Journal of Cleaner Production*. 2012. V. 34. P. 49–56.
2. Panusa A., Zuorro A., Lavecchia R., Marrosu G. and Petrucci R. Recovery of Natural Antioxidants from Spent Coffee Grounds // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013. V. 61. № 17. P. 4162–4168.
3. Limousy L., Jeguirim M., Labbe S., Balay F. and Fossard E. Performance and emissions characteristics of compressed spent coffee ground/wood chip logs in a residential stove // *Energy for Sustainable Development*. 2015. V. 28. P. 52–59.
4. Low J.H., Rahman W.A. and Jamaluddin J. The influence of extraction parameters on spent coffee grounds as a renewable tannin resource // *Journal of Cleaner Production*. 2015. V. 101. P. 222–228.
5. Stylianou M.A., Agapiou A., Omirou M., Vyrides I., Ioannides I.M., Maratheftis G. and Fasoula D.A. Potential environmental applications of spent coffee grounds // *Environmental Science and Pollution Research*. 2018. V. 25. P. 35776–35790.



Возыкова Светлана Дмитриевна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
аспирант,
направление подготовки: 25.00.36 – Геоэкология,
e-mail: sdvozykova@itmo.ru



Кустикова Марина Александровна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., доцент,
e-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 504.03

ОЦЕНКА КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИМИ ДОРОЖНЫМИ КАРТАМИ КОРПОРАЦИЙ

С.Д. Возыкова

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

Аннотация

В статье рассматриваются крупнейшие российские компании и проанализирована степень раскрытия этими компаниями информации, связанной с изменением климата, а именно данные о прямых выбросах парниковых газов. Проведен сравнительный анализ компаний по рассчитанному удельному показателю выбросов на выручку с целью выявления наиболее и наименее углеродоемких компаний, сделаны выводы по результатам анализа о степени раскрытия информации и релевантности использования данного удельного показателя.

Ключевые слова

Прямые выбросы, парниковые газы, климатическая стратегия, углеродоемкость, удельные выбросы, экономика изменения климата.

В статье рассматривается один из аспектов направлений работы по адаптации к изменению климата и смягчению процессов, усиливающих глобальное потепление. Актуальность исследований в этой области подтверждается тем, что с каждым годом данной проблеме уделяется все больше внимания как со стороны государственных органов, так и со стороны международных организаций. Одними из последних инициатив, направленных на сокращение выбросов парниковых газов (ПГ), стали запланированные Европейским союзом стратегии перехода на низкоуглеродную экономику, включающие введение налога на импорт углеродоемкой продукции [1], снижение инвестиций в нефтегазовую отрасль [2] и планируемые к внедрению требования Лондонской биржи к компаниям в области раскрытия информации, связанной с изменением климата [3]. Однако, Россия, а также представители

российского бизнеса и крупнейших компаний страны могут оказаться под воздействием этих санкций и попасть под значительное влияние регуляторных нововведений, если своевременно не примут определенные меры и не станут внедрять снижающие воздействие на климат инициативы.

Одним из необходимых этапов оценки воздействия компании на климат и дальнейшей разработки климатической стратегии является раскрытие информации, связанной с изменением климата. Прежде всего в эту информацию входят показатели объемов выбросов ПГ, генерируемые компаниями. На данный момент показатели компаний в области выбросов ПГ сравниваются в основном по валовым объемам выбросов, что не всегда может быть релевантным по отношению к различным размерам, масштабам и выпускаемой продукции организаций. Компании одного и того же сектора, например, металлургические компании, также могут сравниваться по удельному показателю объемов выбросов ПГ на единицу или тонну продукции. Такой показатель является наиболее подходящим, однако, не позволяет сравнивать компании различных секторов между собой. Несмотря на различную специфику компаний, рассматриваемых в данной статье, выдвигается гипотеза о том, что показатель интенсивности выбросов ПГ на выручку может быть в определенном объеме использован для сопоставления компаний различных видов промышленности с целью определения экономической эффективности компании по отношению к объему выбросов ПГ, образуемому этой компанией. В связи с этим такой показатель был рассчитан для нескольких крупнейших компаний России, далее проведен сравнительный анализ полученных результатов и сделаны выводы на основании полученных результатов.

Итого, были проанализированы 10 энергетических компаний, выбранных в силу повышенной углеродоемкости индустрии [4], а также 10 нефтегазовых компаний, 11 горнодобывающих и металлургических компаний и 2 нефтехимические компании, по причине значительного вклада в структуру ВВП России согласно Аналитическому центру при Правительстве РФ. Выбор был также сделан на основании рейтингов РБК и Forbes, где были рассмотрены первые 50 компаний из списков. Из всего выбранного периметра лишь 17 организаций имели достаточную для анализа доступную информацию о прямых выбросах ПГ (Scope 1), что является наиболее распространенными данными в области раскрытия информации, связанной с климатом, на данный момент. Далее был рассчитан показатель удельных выбросов по отношению к выручке для каждой из компаний. Такой показатель был выбран по причине включения его в один из применяемых удельных показателей по выбросам ПГ в руководствах Глобальной инициативы отчетности (ГИО), которые используются крупнейшими компаниями во всем мире в процессе предоставления нефинансовой отчетности. Другим обоснованием стало использование подобного формата постановки национальных целей по сокращению выбросов ПГ некоторыми странами, например, снижение выбросов на 30% на единицу ВВП к 2030 году по сравнению с уровнем выбросов 2007 года в Чили [5]. Также показатель удельных выбросов на выручку соотносится с удельным показателем выбросов ПГ стран по отношению к ВВП, что позволяет сравнивать углеродоемкость стран между собой. Основные результаты расчета показателей представлены в таблице.

После расчета углеродоемкости компаний (а именно расчета удельных выбросов ПГ по отношению к выручке) и сравнительного анализа, включая визуализацию результатов с помощью точечных графиков и диаграмм, были определены наиболее и наименее углеродоемкие российские компании. Например, на рисунке все полученные показатели углеродоемкости показаны в порядке убывания на графике, что позволяет выявить наиболее и наименее углеродоемкие компании из всех.

**Список анализируемых крупнейших российских компаний с данными
 о выручке, прямых выбросах ПГ и рассчитанными удельными показателями
 интенсивности выбросов**

№	Название компании	Специализация	Выручка млрд руб.	Прямые выбросы ПГ (тыс. тонн CO ₂ -экв)	Интенсивность выбросов ПГ
1	Энел Россия	Электроэнергетика	73	29381	400,83
2	Юнипро	Электроэнергетика	81	25305	311,25
3	Газпром энергохолдинг	Электроэнергетика	569	96168	169,01
4	Интер РАО	Электроэнергетика	963	81256	84,41
5	Евраз	Черная металлургия	806	34600	42,91
6	Северсталь	Черная металлургия	537	22100	41,15
7	РУСАЛ	Цветная металлургия	646	23864	36,95
8	Металлоинвест	Черная металлургия	452	9091	20,13
9	Сибур	Нефтехимия	569	8973	15,78
10	Норникель	Цветная металлургия	733	10000	13,64
11	Сахалин Энерджи	Электроэнергетика	393	3768	9,59
12	Роснефть	Нефть и газ	8200	76400	9,32
13	Новатэк	Нефть и газ	832	7737	9,30
14	Полнос	Цветная металлургия	185	1630	8,83
15	Газпром нефть	Нефть и газ	2489	14900	5,99
16	Лукойл	Нефть и газ	8036	29900	3,72
17	Татнефть	Нефть и газ	911	3000	3,29

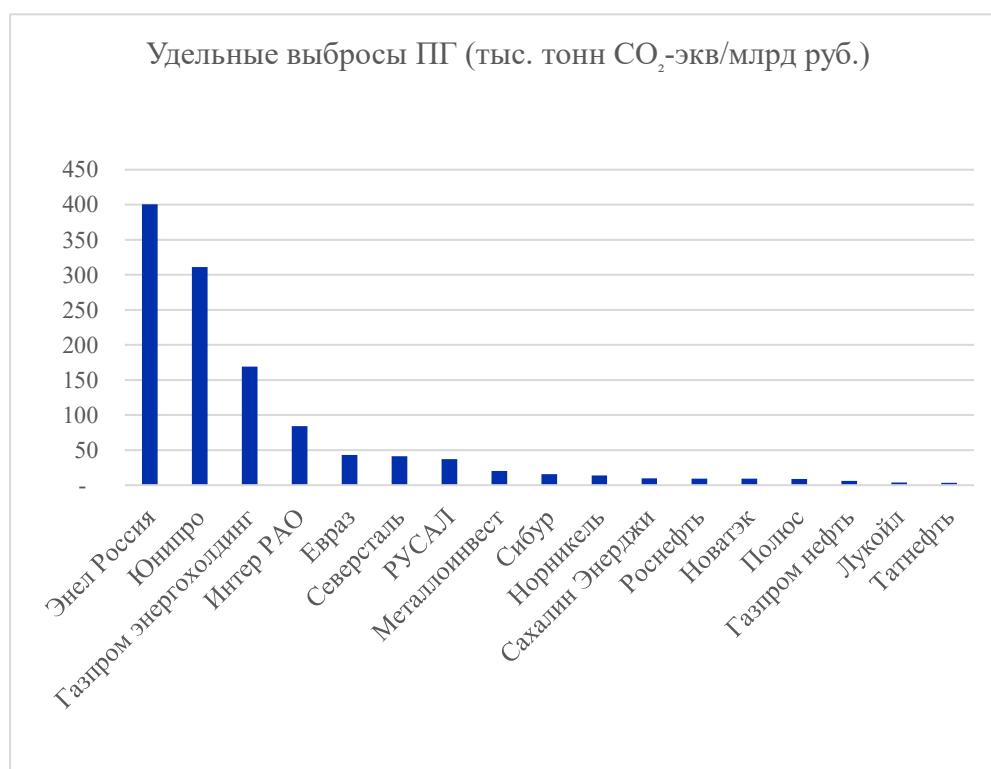


Рисунок. Углеродоемкость крупнейших российских компаний по удельному показателю выбросов ПГ (тыс. тонн CO₂-экв/млрд руб.)

Помимо этого, построенные в ходе анализа точечные графики показали взаимосвязь между компаниями энергетического сектора, которые имели более высокие показатели по объемам выбросов и менее высокие показатели по объемам выручки, а также между компаниями нефтегазового сектора, которые имели более низкие выбросы по сравнению с другими компаниями, а также сравнительно большими объемами выручки. Другие компании, в основном обрабатывающей промышленности, имели более равномерное распределение по отношению к росту выбросов в соответствии с выручкой. Это также подтверждает суждения о том, что прямые выбросы нефтегазовых компаний, по сравнению с косвенными (Scope 3), имеют значительно меньшие объемы [6], в то время как компании энергетического сектора, ввиду специфики индустрии, вынуждены сжигать большое количество ископаемого топлива для генерации энергии и производить большое количество прямых выбросов ПГ.

Полученные в ходе анализа результаты позволили определить следующие выводы и заключения. Расчет и сравнение углеродоемкости компаний по отношению к выручке показал достаточно сильный разброс по выбранному показателю и в то же время позволил выявить определенные группы компаний, среди которых использование данного показателя удельных выбросов может быть наиболее релевантным, а именно среди компаний обрабатывающей промышленности. Основными ограничениями для предоставления полноты и достоверности проводимого анализа стали такие несоответствия выбранных компаний, как использование отличных друг от друга методик расчета выбросов ПГ, определение различных границ отчетности и наличие погрешностей в расчетах и использованных коэффициентах. Раскрытие информации, связанной с изменением климата, еще не является четко отлаженным и регламентируемым процессом, который определенно требует доработки, включая отличающиеся требования к раскрытию информации о выбросах ПГ, указанные в национальных методических указаниях в России и международных методиках. Другим выводом стало заключение о несопоставимости некоторых отраслей, а именно компаний нефтегазового и энергетического секторов, в то время как компании обрабатывающей и горнодобывающей промышленности могут быть более сравнимы по выбранному показателю с целью оценки экономической эффективности по отношению к воздействию компании на климатические изменения. Помимо этого, если учитывать использование показателя удельных выбросов ПГ для стран по отношению не только к ВВП, но и на душу населения, имеет смысл рассчитать удельный показатель не только на выручку, но и на количество сотрудников компаний, далее сравнить результаты и, возможно, получить дополнительные выводы по отношению к использованию подобного рода удельных показателей, что станет следующим этапом исследования. В конечном итоге полученные в результате данного анализа выводы определенно позволят продвинуться дальше в процессе оценки степени раскрытия российскими компаниями информации, связанной с изменением климата, и впоследствии определить необходимые рекомендации и руководства для разработки корпоративных климатических стратегий и дорожных карт, включая повышение качества раскрытия информации в этой области.

Литература

1. Макаров И. А., Соколова А. К. Углеродоемкость внешней торговли России и ее значение для климатической политики // XVI Апрельская международная научная конференция по проблемам развития и экономики и общества. Кн. 2. М.: Издательский дом НИУ ВШЭ. 2016. С. 438-448.

2. Carrington D. Ireland becomes world's first country to divest from fossil fuels // The Guardian. 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.theguardian.com/environment/2018/jul/12/ireland-becomes-worlds-first-country-to-divest-from-fossil-fuels> (дата обращения 20.02.2020).
3. Merrick R. Climate change: Firms failing to tackle crisis will be delisted from stock exchange, Labour says // Independent. 2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.independent.co.uk/news/uk/politics/climate-change-labour-london-stock-exchange-business-manifesto-mcdonnell-a9208801.html> (дата обращения 20.02.2020).
4. Ritchie H. and Roser M. CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. // OurWorldInData.org. 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions> (дата обращения 20.02.2020).
5. Carbon Brief. Paris 2015: Tracking country climate pledges. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.carbonbrief.org/paris-2015-tracking-country-climate-pledges> (дата обращения 28.02.2020).
6. Gold Standard. Best practices in scope 3 greenhouse gas management. 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.goldstandard.org/our-work/innovations-consultations/best-practices-scope-3-greenhouse-gas-manageme> (дата обращения 20.02.2020).



Вольф Маргарита Николаевна

Год рождения: 1996
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
студентка группы W41521,
направление подготовки: 27.04.01 – Стандартизация
и метрология в высокотехнологичном секторе экономики,
e-mail: volf1996-96@mail.ru



Козлов Дмитрий Николаевич

Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологии им. Д. И. Менделеева,
к.т.н.,
e-mail: kozlov@b10.vniim.ru



Кустиков Юрий Анатольевич

Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., квалификационная категория «доцент практики»,
e-mail: iakustikov@itmo.ru

УДК 544.772

**РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРОВ ТВЕРДЫХ
ЧАСТИЦ В СЖАТЫХ ГАЗАХ МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКОЙ
МИКРОСКОПИИ**

М.Н. Вольф, Д.Н. Козлов

Научный руководитель – к.т.н., доцент практики, Ю.А. Кустиков

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 "Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем".

Аннотация

В работе рассмотрен алгоритм определения размеров твердых частиц в сжатых газах методом оптической микроскопии для определения загрязнений на аналитических фильтрах с пробой и без пробы с целью оценки целесообразности использования данного метода для решения подобных задач. В работе приведены параметры, полученные на основе анализа микроскопических изображений и предоставлены результаты измерений.

Ключевые слова

Оптический микроскоп, сжатый газ, разработка процедуры, аналитический фильтр, размер твердых частиц.

Сжатый воздух широко используется в пневматических магистралях и пневматическом оборудовании в аппаратах и приборах, применяемых в нефтедобывающей, энергетической, оборонной, пищевой промышленности, машиностроении, фармацевтике, в военно-морском флоте, и т.д. Существует ряд стандартов, предусматривающих классификацию чистоты сжатого воздуха по трём основным видам загрязнений: воде, маслу и твёрдым частицам. Основными способами определения твёрдых частиц, предписанными нормативными документами (ГОСТ Р ИСО 8573-4-2005, ГОСТ 24484-80 и др. [1, 2]), являются измерение счетной концентрации счетчиками аэрозольных частиц и измерения частиц в пробах, осажденных на аналитические фильтры, методом оптической микроскопии.

В ходе проведения измерений размеров твердых частиц оптической микроскопией была составлена схема процедуры, представленная на рис. 1, и описаны 6 этапов процедуры.



Рис. 1. Процедура измерения размеров твердых частиц оптической микроскопией

1. Этап отбора пробы на аналитический фильтр

Контроль содержания твердых частиц может выполняться при атмосферном давлении или при давлении в окружающей среде в зависимости от используемого оборудования. Контроль может выполняться для всего потока воздуха или его части:

- при контроле всего потока отбирается проба в объеме всего потока воздуха;
- при контроле части потока отбирается проба в определенной процентной доле от всего потока.

Для проведения измерений были предоставлены 6 фильтров типа АФА-ДП (на рис. 2), 3 из которых являлись чистыми, то есть без пробы и 3 фильтра с отобранной на них пробой.

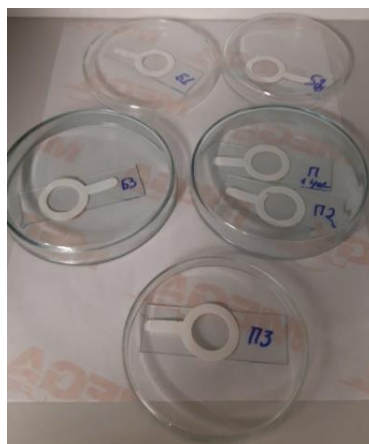


Рис. 2. Фильтры типа АФА-ДП

2. Сушка фильтров в сушильном шкафу

После просветления предметные стекла покрывают чашками Петри и помещают в рециркулируемый сушильный шкаф с температурой от 55°C до 60°C, фильтры оставляют в шкафу в течение приблизительно 5 часов. Когда мембранный фильтр прилипает к предметному стеклу, он должен быть непрозрачным и белым.

3. Этап подбора параметров микроскопа

В ходе проведения измерений был использован микроскоп МикМЗ, комплект визуализации на базе фотокамеры Canon EOS1000D и программное обеспечение «Микро-Анализ» (на рис. 3). Был выполнен выбор объектива и окуляра микроскопа для получения наилучшего изображения проб.

4. Микроскопический анализ

Подготовленные стекла с аналитическими фильтрами помещают на предметный столик микроскопа и устанавливают фокус на поверхность мембранного фильтра или линию координатной сетки. Выбирают зону мембранного фильтра и увеличение микроскопа, соразмерные максимальному размеру подсчитываемых частиц. Выделяют первую единичную зону и подсчитывают число частиц или проводят фотографирование [3].



Рис. 3. Оборудование, используемое для проведения измерений

Ниже представлены фотографии с фоновым загрязнением на чистых фильтрах (рис. 4, 5, 6).

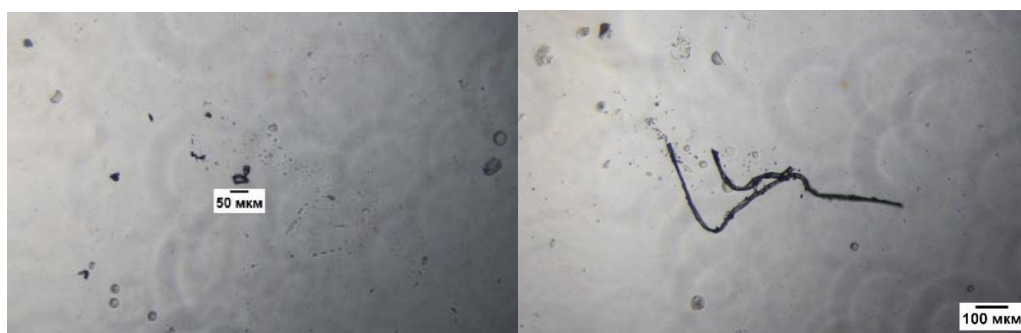


Рис. 4. Фоновые загрязнения чистого фильтра №1

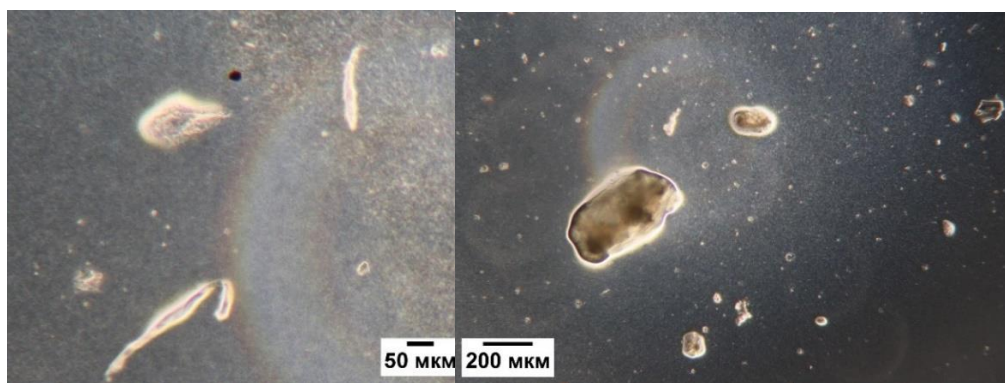


Рис. 5. Фоновые загрязнения чистого фильтра №2

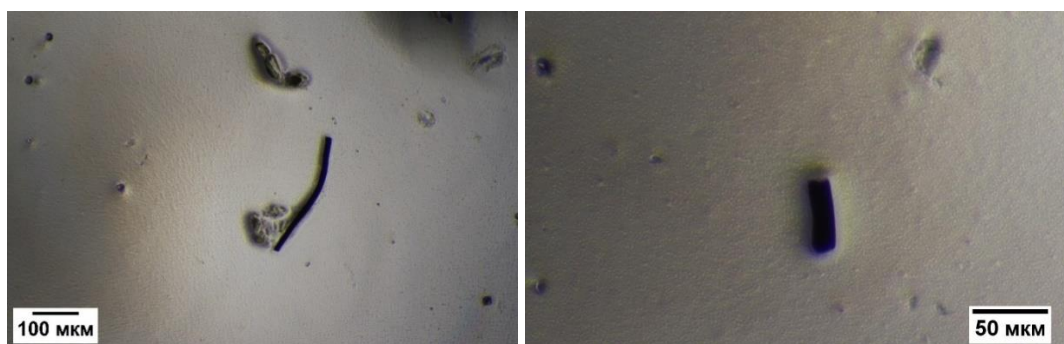


Рис. 6. Фоновые загрязнения чистого фильтра №3

Ниже представлены фотографии с загрязнением на фильтрах с пробой (рис. 7, 8, 9).

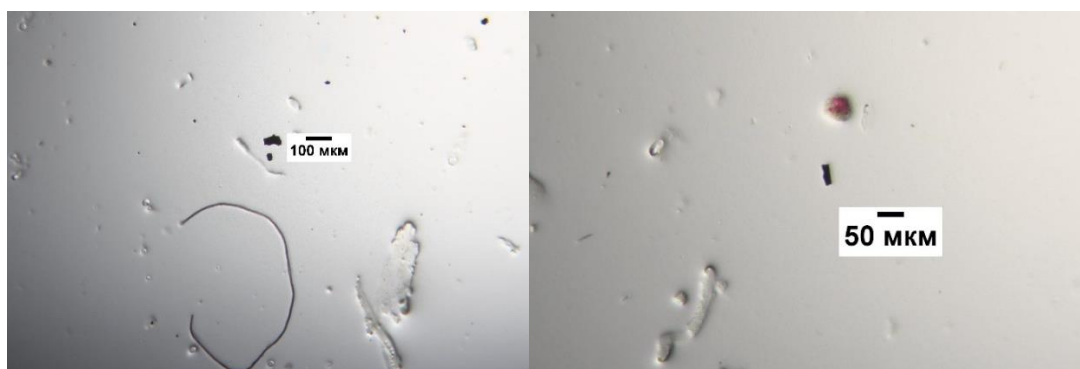


Рис. 7. Загрязнения на фильтре с пробой №1

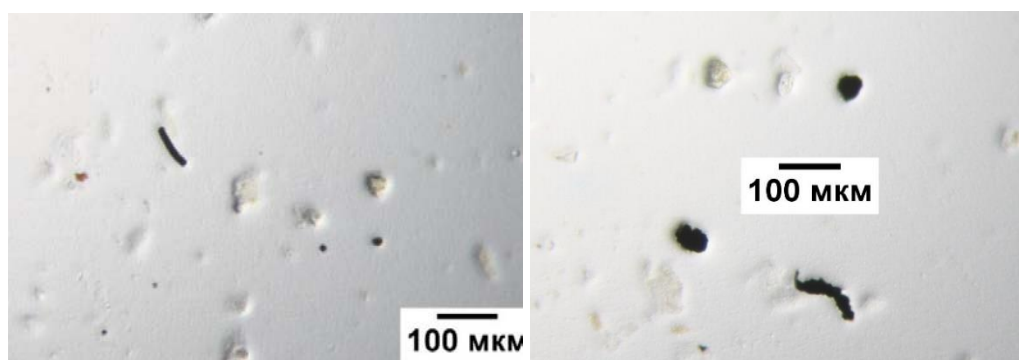


Рис. 8. Загрязнения на фильтре с пробой №2

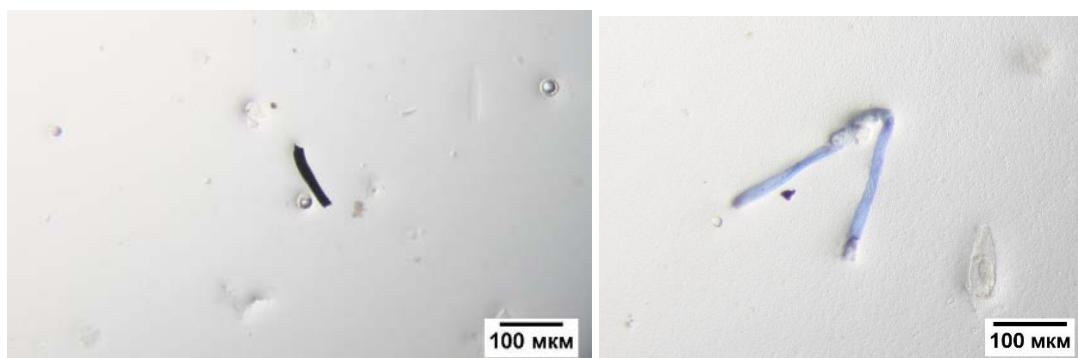


Рис. 9. Загрязнения на фильтре с пробой №3

5. Обработка результатов измерений

Для удобства результаты измерений размеров частиц были сведены в таблицу.

Таблица

Результаты измерений

Наименование объекта	Максимальный линейный размер частицы (длина волокна*), мкм	Ширина волокна, мкм	Объектив (увеличение)
Чистый фильтр 1	29	-	10x
	42	-	
	32	-	
	943*	16	
Чистый фильтр 2	24	-	10x
	466*	15	
Чистый фильтр 3	49	-	20x
	47	-	
	270*	11	
Фильтр с пробой 1	72	-	10x
	38	-	
	40	-	
Фильтр с пробой 2	72	-	10x
	110*	13	20x
	400*	12	
Фильтр с пробой 3	82	-	10x
	439*	13	
	109*	15	

На основе полученных результатов можно сделать выводы о том, что в анализируемом воздухе размер частиц существенно не превышает размер частиц фонового загрязнения фильтров, так как отношение среднего значения максимальных линейных размеров частиц фонового загрязнения к среднему значению максимальных линейных размеров частиц в пробе составил менее 50%. Помимо этого, количество крупных частиц в пробе крайне незначительно по отношению к крупным частицам

фоновое загрязнение. В связи с вышеизложенным было установлено, что данный метод нецелесообразен при проведении исследований качества сжатого воздуха с аналогичными параметрами загрязнения, а для контроля необходимо применять оптический счетчик аэрозольных частиц.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 8573-1:2016 «Сжатый воздух. Часть 1. Загрязнения и классы чистоты». Введен 01.12.2017. М.: Стандартиформ. 2016. 7 с.
2. ГОСТ Р ИСО 8573-4:2005 «Сжатый воздух. Часть 4. Методы контроля содержания твердых частиц». Введен 01.01.2006. М.: Стандартиформ. 2005. 11 с.
3. Гаврилова Н.Н., Назаров В.В., Яровая О.В. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов: учебное пособие; М-во образования и науки Российской Федерации, Российский химико-технологический ун-т им. Д.И. Менделеева. Москва.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2012. 51 с.



Глухова Александра Сергеевна

Год рождения: 1996
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы №Т41451,
направление подготовки: 15.04.02 Технологические
машины и оборудование,
e-mail: alexxglukhova@gmail.com



Гуляева Юлия Николаевна

Год рождения: 1966
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент,
e-mail: gulyaeva.yul@yandex.ru

УДК 663.15

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЧАЙНОГО
ГРИБА MEDUSOMYCES GISEVII**

А.С. Глухова

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

В работе рассматривается актуальность производства напитка из чайного гриба на основании анализа содержания полезных веществ и вкусовых качеств. Приведены предварительные результаты возможности культивирования чайного гриба *Medusomyces gisevii* с целью разработки технологии и оборудования для его производства.

Ключевые слова

Чайный гриб, *Medusomyces gisevii*, культивирование, культуральная жидкость, функциональный напиток.

В последнее время повышенное внимание уделяется разработке и внедрению в повседневный рацион питания функциональных продуктов, в том числе и напитков. С этой точки зрения производимый чайным грибом *Medusomyces gisevii* настой представляет собой не только вкусный напиток утоляющий жажду, но и хорошее средство повышения иммунитета и профилактики целого ряда желудочно-кишечных заболеваний [1].

Анализ литературных данных [2, 3] показал, что культуральная жидкость *Medusomyces gisevii*, во-первых, обладает выраженной противомикробной

активностью, которая связана с присутствием в составе жидкости антибактериальных веществ широкого спектра действия, обладающих как бактериостатическими, так и бактерицидными свойствами. Во-вторых, под влиянием культуральной жидкости чайного гриба отмечается снижение интенсивности окислительно-восстановительных процессов в микробных клетках и повышение иммуногенности.

Настой чайного гриба обладает антибиотическими свойствами и содержит высокие концентрации промежуточных продуктов гликолиза, таких как: этанол, уксусная, глюконовая, янтарная, молочная, яблочная кислоты, глицерин, витамины С, В1, В2, В6, Р, ферменты .

Medusomyces gisevii является природной ассоциацией, а именно микроорганизмами дрожжевых грибков, которые сбраживают сахара с образованием спирта и углекислого газа, и уксуснокислых бактерий, сбраживающих спирт до органических кислот (в основном до уксусной кислоты).

Непосредственно тело чайного гриба представляет собой толстую плавающую пленку, гладкую сверху и волокнисто-лохматую снизу, которая по общему виду несколько напоминает плавающую медузу [4]. Эта пленка размножается путем отделения кусочков, помещаемых в питательную среду, где они достаточно быстро разрастаются. Она состоит из целлюлозы, полисахаридов, жироподобные вещества (липоидную фракцию), при омылении которых обнаружен холин и некоторые другие биологически активные вещества. Все они являются метаболитами дрожжей и уксуснокислых бактерий [5].

Несмотря на приятный вкус и полезные свойства чайного гриба сегодня он в основном используется на бытовом уровне. Скорее всего это связано с отсутствием технологии и оборудования для промышленного производства чайного гриба.

Наше исследование посвящено изучению процесса культивирования чайного гриба с целью разработки технологии и оборудования для промышленного производства. К настоящему моменту на факультете ПБИ разработана экспериментальная установка, которая состоит из емкости для культивирования, анализатора растворенного воздуха и рН-метра. Культивирование производилось в стеклянном культиваторе ёмкостью 1,5 литра.



Рисунок. Фрагмент экспериментальной установки

Методика проведения эксперимента:

Питательную среду готовили из расчета 10:1:1 (например, в 1,5 л воды заваривают 15 г чая и добавляют 15 г сахара), затем вносили мицелий гриба. Культивирование проводилось при температуре 23-26°C. Время культивирования 7 суток.

В процессе культивирования в течение 7 дней отбирались пробы для измерения концентрации растворенного кислорода и уровня рН в культуральной жидкости. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Результаты измерений экспериментального исследования

День культивирования	Атмосферное давление, МПа	Содержание кислорода, мкг/дм ³	рН
1	98,5	9,1	6,3
2	99	8,8	5,1
3	102,39	8,7	2,6
4	101,99	8,6	2,9
5	102	8,65	2,8
6	102,52	8,7	2,7
7	100,66	8,7	2,7

Уровень рН культуральной жидкости и её плотность определялись стандартными методами, а концентрация растворенного кислорода измерялась непосредственно в культиваторе с помощью анализатора растворенного кислорода МАРК – 403.

Данные результатов проведенных экспериментов помогли установить, что активная кислотность культуральной жидкости рН в первые 3-4 суток скачкообразно понижается от величины близкой к нейтральной до рН=2,9 - 2,6.

Концентрация растворенного кислорода в культуральной жидкости понижается в первые трое суток.

Плотность культуральной жидкости в процессе культивирования изменяется незначительно, но в целом стремится к плотности исходного настоя.

В процессе исследования было установлено, что с ростом тела самого гриба и продолжительностью времени культивирования меняется химический состав чайного гриба и его вкусовые качества.

Дальнейшие экспериментальные исследования будут направлены на совершенствование технологии изготовления напитка из чайного гриба и расчеты технологического оборудования.

Литература

1. Алиева Е.В, Болтачева К.М., Тимченко Л.Д., Бондарева Н.И., Добрыня Ю.М. Антибактериальный потенциал и перспективы использования чайного гриба // Ульяновский медико-биологический журнал. №4. 2018. С. 167.
2. Рогожин В.В., Рогожин Ю.В. *Medusomyces Gisevii*: строение, функционирование и использование // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. С. 50-53.
3. Зайнуллин Р.А., Кунакова Р.В., Гаделева Х.К., Данилова О.А., Никитина А.А. Влияние условий культивирования чайного гриба на его функциональные свойства в пищевых профилактических напитках // Известия вузов. Пищевая технология №4. 2010 С. 48.
4. Юркевич Д.И., Кутышенко В.П. Медузомицет (Чайный гриб): научная история, состав, особенности физиологии и метаболизма // Биофизика. 2002 С. 10.
5. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение. 1987. С. 15.



Гнездилова Елена Александровна

Год рождения: 1989

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

студент группы № 42502,

направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность,

e-mail: plush224@mail.ru



Тимофеева Ирина Валерьевна

Год рождения: 1988

Университет ИТМО, факультет низкотемпературной энергетики,

преподаватель,

e-mail: ivtimofeyeva@corp.ifmo.ru



Кустикова Марина Александровна

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

к.т.н., доцент,

e-mail: makustikova@itmo.ru

УДК 504.06

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЛЫХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Е.А. Гнездилова, И.В. Тимофеева

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

Гидроэлектростанция, являясь техническим объектом, может оказывать влияние на окружающую природную среду, животный мир и человека. В данной работе рассмотрены экологические риски, характерные для малых гидроэлектростанций.

Ключевые слова

Гидроэлектростанция, экологические риски, окружающая среда, водохранилище, влияние.

Влияние, оказываемое посредством функционирования малых ГЭС можно назвать минимальным, по сравнению с другими видами электрогенерации, все же

существуют различные воздействия, которые в разной степени приводят к негативным последствиям.

Ниже приведены возможные экологические риски, характерные для использования малых гидроэлектростанций:

1. Строительство водохранилища ГЭС может создать физическое и химическое загрязнение воды, а затем и почв, прилегающих к акватории водохранилища.

2. Затопление земель, приводящее к деградации почв и растительности, а также имущественному ущербу населения.

3. Эвтрофикация и заиливание водоемов в местах сбора воды, биологическое загрязнение водоемов бактериями.

4. Засоление воды в водохранилищах. На оросительных системах при поливах такими водами и последующем их испарении почвы становятся садовозасоленными и не пригодными для сельского хозяйства.

5. Изменение гидрологического режима рек, изменение климата в зонах водохранилищ, повышение влажности воздуха.

6. Изменение экосистем, смена экологических сообществ.

7. Нарушение условий обитания водных организмов, изменение путей миграции рыб, сокращение рыбных запасов.

8. При скате через турбины ГЭС кормовые беспозвоночные и рыбы могут быть подвержены механическому воздействию (столкновению с проточными элементами конструкции), влиянию перепадов давления, кавитации, а также воздействию турбулентности и сдвигающих напряжений, возникающих при резком изменении скорости и направления движения потока. Гибель или степень повреждения водных организмов будет зависеть от различных технически воздействующих факторов [1-6].

9. Возможность аварий на ГЭС с последствиями наводнений и т.д.

Выводы:

1. Малые ГЭС оказывают крайне ограниченное влияние на окружающую среду даже в том случае, когда создается водохранилище для регулирования стока реки.

2. Применение комплекса природоохранных и защитных мероприятий позволяет минимизировать отрицательное влияние малой гидроэнергетики на рыб и водные экосистемы, исключить подтопление земель, сократить площадь отводимых земель.

3. Малые ГЭС позволяют сохранить природный ландшафт, отсутствует негативное влияние на качество воды, она полностью сохраняет природные свойства и может использоваться для водоснабжения населения.

4. Водоохранилища ГЭС, являясь депозитариями, в которых задерживается значительная часть потока загрязнителей, поступающих в гидросферу, способствуют снижению уровня загрязнения водной среды.

5. Малые ГЭС эффективны в предотвращении наводнений или маловодий и помогают избежать большие негативные последствия таких явлений.

Литература

1. Шабалин Ю.В. Обоснование способа аэрационной защиты экосистем водоемов от воздействия гидромашин. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/obosnovanie-sposoba-aeratsionnoi-zashchity-ekosistem-vodoemov-ot-vozddeistviya-gidromashin>, своб.
2. Безносков В.Н., Горюнова С.В., Кучкина М.А., Попов А.В., Седакин В.П., Суздалева А.А. Экологическая оптимизация гидротехнических сооружений: основные направления и концептуальные принципы. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

- [https:// cyberleninka.ru/ article/n/ ekologicheskaya-optimizatsiya-gidrotehnicheskikh-sooruzheniy-osnovnye-napravleniyai-kontseptualnye-printsipy](https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-optimizatsiya-gidrotehnicheskikh-sooruzheniy-osnovnye-napravleniyai-kontseptualnye-printsipy), своб.
3. Логинов В. В. К вопросу о влиянии гидротехнических сооружений на водные биологические ресурсы // Научный обозреватель. 2014. № 9 (45). С. 32–34.
 4. Кондранова А.М., Куимова М.В. О достоинствах и недостатках гидроэлектростанций // Молодой ученый. 2015. №9. С. 465-467. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/89/18498/> (дата обращения: 10.12.2019).
 5. Малая гидроэнергетика [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=36> (дата обращения: 22.11.2019).
 6. Логинов В.В., Гелашвили Д.Б. Вред водным биологическим ресурсам водохранилищ Волжско-Камского каскада от воздействия гидроэлектростанций // Принципы экологии. 2016. № 4. С. 4–25.



Гордыгина Надежда Олеговна

Год рождения: 1996

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
группа Т42503,

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

e-mail: nadya.gordygina@mail.ru



Чикилев Владимир Владимирович

Год рождения: 1996

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
группа Т42503,

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

e-mail: vova.chikilev@gmail.com



Юльметова Ралия Фагимовна

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.х.н., доцент,

e-mail: liya974@mail.ru



Зачепило Татьяна Геннадьевна

Институт физиологии И.П. Павлова РАН,

к.б.н., старший научный сотрудник,

e-mail: polosataya2@mail.ru

УДК 504.75

**ОСОБЕННОСТИ СТРЕСС-РЕАКЦИИ МОЗГА
МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЛАБОГО
ЭЛЕКТРО-МАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Н.О. Гордыгина, В.В. Чикилёв, Р.Ф. Юльметова, Т.Г. Зачепило
Научный руководитель – к.х.н., доцент Р.Ф. Юльметова

Аннотация

В работе рассматривается влияние электромагнитного излучения на живой организм на примере медоносной пчелы. Электромагнитные волны – неизбежные спутники

бытового комфорта. Источники электромагнитного излучения согревают и освещают дома, служат для приготовления пищи, обеспечивают мгновенную связь с любым уголком мира. На данный момент влияние электромагнитных волн на живые организмы всестороннее изучается. Мозг был признан в качестве одного из органов, который наиболее уязвим для электромагнитного излучения.

Ключевые слова

Центральная нервная система, Дисфункция обучения и памяти, стресс-реакция, электромагнитное излучение, медоносная пчела.

Естественное магнитное поле Земли, естественное электрическое поле, радиоизлучение Солнца, атмосферное электричество – это и есть электромагнитные волны, которые окружают нас с незапамятных времен. Живая природа невозможна без этого физического явления. Однако благодаря деятельности человека появилась такая проблема, как электромагнитное загрязнение, источником которого выступают бытовая техника, компьютеры и комплектующие, строительные электроинструменты, мобильные телефоны, высоковольтные линии электропередач, радиостанции [1].

Действие различных электромагнитных полей неоднозначно: электромагнитное излучение используется в физиотерапии для лечения многих заболеваний, способствует заживлению тканей и оказывает противовоспалительный эффект. Влияние электромагнитных полей от бытовых приборов не до конца изучено, поэтому желательно экранировать источники электромагнитного излучения и стараться свести к минимуму его воздействие [1].

В ряде работ в последние 50 лет было изучено негативное влияние на пчел мощных искусственных электромагнитных полей от различных источников [2, 3]. В настоящее время также широко распространены слабые источники радиочастотного электромагнитного излучения, например, сотовой связи и сети Интернет. А их влияние на окружающие организмы, в частности, на таких важных для опыления растений насекомых, как медоносные пчелы, плохо изучено. От опылительной активности пчел в большой мере зависит урожайность сельскохозяйственных растений, а апипродукты, такие как маточное молочко, мед, перга и воск, используются и в медицине, и в косметике и в других отраслях народного хозяйства. В связи с вышеизложенным результаты влияния электромагнитного излучения на поведение медоносной пчелы нуждаются в особом тщательном изучении.

Медоносная пчела *Apis mellifera* является удобной экспериментальной моделью для исследования влияния ЭМП, потому что пчела крайне чувствительна к электрическим и магнитным полям. Медоносная пчела способна отвечать на очень слабые изменения постоянного, локального геомагнитного поля Земли. Эти изменения позволяют пчеле ориентироваться в пространстве при полетах за пыльцой цветочных [4]. Именно по причине особой чувствительности было принято решение провести исследование, моделью которого выступит медоносная пчела.

Цель исследования - изучение особенности стресс-реакции мозга медоносной пчелы при действии слабого электромагнитного излучения.

Задачи:

1. Оценить экспрессию белка теплового шока БТШ70 в области грибовидных тел на срезах мозга медоносной пчелы после 24 ч действия WiFi роутера и у необлученных особей.

2. Оценить экспрессию белка теплового шока БТШ70 в области зрительных долей на срезах мозга медоносной пчелы после 24 ч действия WiFi роутера и у необлученных особей.

Для исследования выбраны именно белки теплового шока БТШ70, потому что они участвуют в формировании временной устойчивости к тепловому воздействию и в

обеспечении адаптации организмов к неблагоприятным факторам окружающей среды. В том числе данный вид БТШ изучен в большей степени.

Объектом исследования служили 10-20-суточные рабочие особи медоносной пчелы краинской расы *Apis mellifera carnica* Pollm. Пчел краинской расы разводили на пасеке Института физиологии им. И.П. Павлова РАН.

В работе использовали стандартный WiFi роутер (беспроводной маршрутизатор LinkSys E1200-EE/RU) со следующими техническими характеристиками: частота беспроводной связи: 2.4 ГГц, количество и тип антенн: 2 внутренние антенны, коэффициент усиления штатной антенны (антенн), dBi: 4 dBi.

В эксперименте участвовали 2 группы пчел: контрольная и опытная. Для изучения влияния роутера в камеру Фарадея на 24 часа помещали сетчатую пробирку с 10 пчелами, выкладывая ее на дно камеры под работающий (опыт) или неработающий (контроль) роутер, который был расположен на съемной полке под верхней крышкой по центру камеры.

Непрямой иммуногистохимический метод (см. рис. 1) является более чувствительным, основан на том, что немаркированные первичные антитела связываются с искомым антигеном (выявляемым веществом), а далее уже их выявляют при помощи вторичных меченых антител, при этом первичные антитела служат для вторичных антигенами.

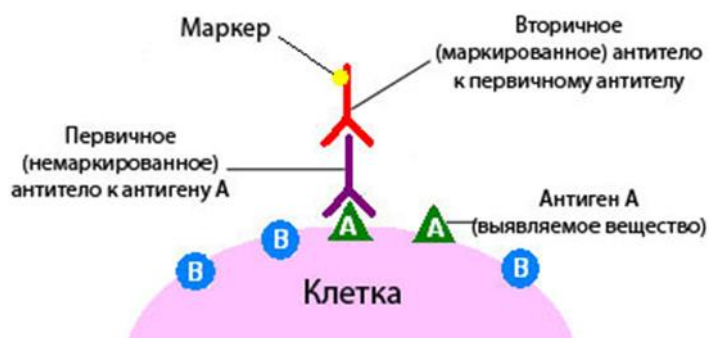


Рис. 1. Схема непрямой иммуногистохимического определения антигена

Для анализа экспрессии белка теплового шока 70 в мозге медоносной пчелы при облучение WiFi роутером в течение 24 часов и в контроле проводили окрашивание парафиновых срезов мозга с соответствующими антителами (рис. 2).

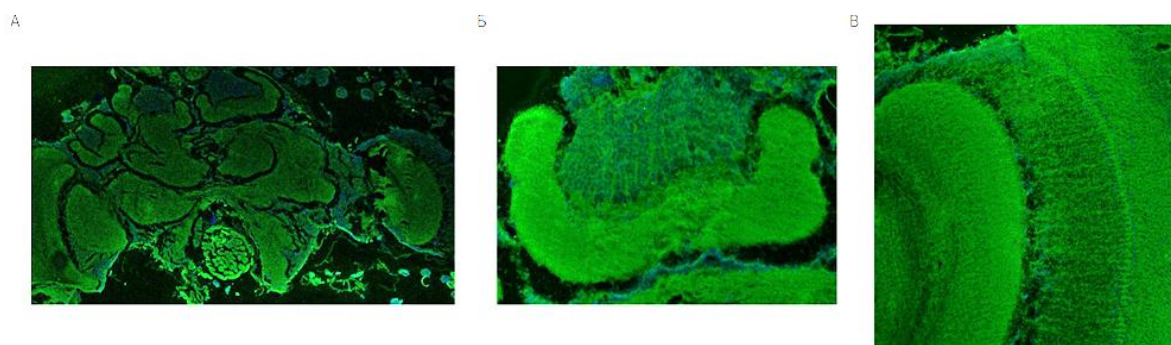


Рис. 2. А – срез мозга пчелы (ув. 40), Б – калликс грибовидного тела (ув. 40), В – зрительная доля (ув. 40). Окрашивание на HSP70 (первичное антитело Abcam, 1:300, вторичное антитело, конъюгированное с флюоресцеином (SantaCruz, 1:800)

Препараты фотографировали и на фото оценивали оптическую плотность. Для этого в программе ImageJ (NCBI) выделяли интересующую область или участок фона, измеряли среднюю оптическую плотность. Нормализовали с помощью вычитания фона. Нормализованные значения заносили в таблицы Microsoft Excel. Статистическую обработку проводили в программе Past3.

Достоверных различий выявлено не было (рис. 3). Таким образом, экспрессия БТШ70 в зрительных долях в контроле и опыте не различались. То есть, либо 24-часовое облучение Wi-Fi роутером не влияет на уровень экспрессии БТШ70 в зрительных долях, либо за этот период времени экспрессия снизилась до нормального уровня вследствие адаптационных процессов.

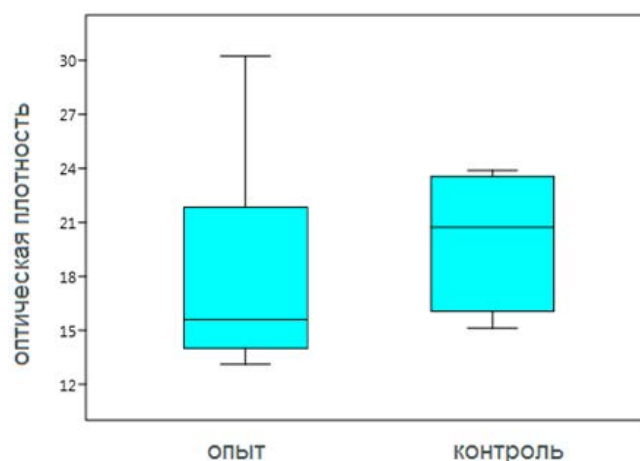


Рис. 3. Сравнение нормализованной оптической плотности среза мозга в зрительных долях при действии роутера и в контроле. «Ящики» – 25% и 75% квантили, разделены медианой. «Усы» – максимальные и минимальные значения

Данные по оптической плотности в грибовидных телах подчинялись нормальному распределению (рис. 4).

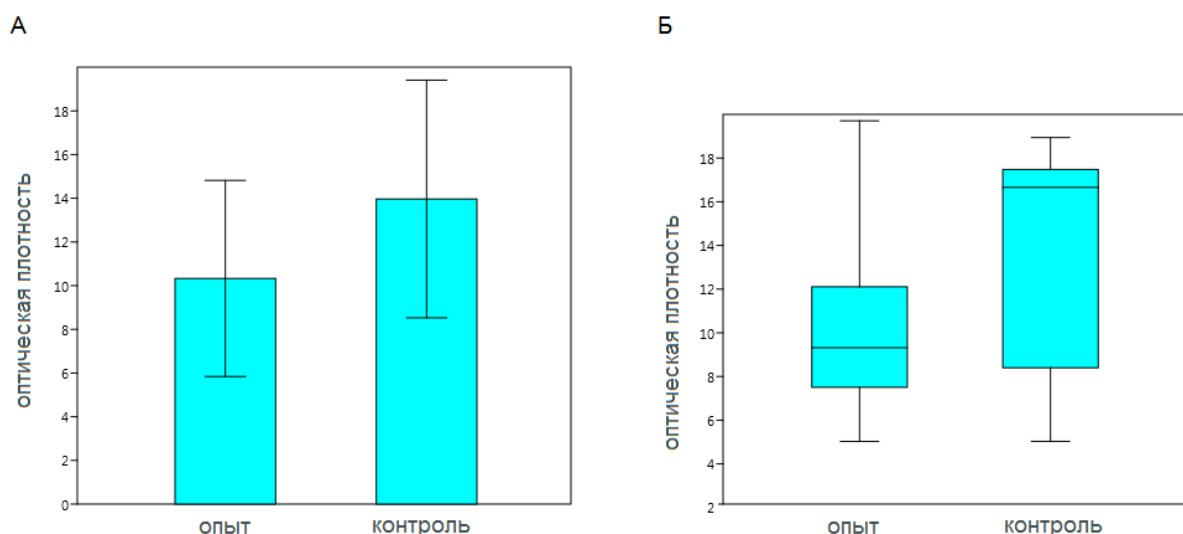


Рис. 4. Сравнение нормализованной оптической плотности среза мозга в грибовидных телах при действии роутера и в контроле. А – среднее значение \pm стандартное отклонение. Б – как на рис. 3. Достоверных различий выявлено не было

Результат исследования:

1. Облучение WiFi роутером в течение 24 часов не приводит к изменению экспрессии БТШ70 в грибовидных телах мозга медоносной пчелы.

2. Облучение WiFi роутером в течение 24 часов не приводит к изменению экспрессии БТШ70 в зрительных долях.

Достоверных различий при действии роутера и в контроле выявлено не было. Таким образом, экспрессия HSP70 в контроле и опыте не различались. То есть, либо 24-часовое облучение Wi-Fi роутером не влияет на уровень экспрессии БТШ70 в зрительных долях, либо за этот период времени экспрессия снизилась до нормального уровня вследствие адаптационных процессов.

Дополнительно отметим, что сам факт изоляции пчел в установку (клетка Фарадея) может быть для пчелы сильнейшим стрессором.

Таким образом, данное исследование не показало негативного воздействия слабого электромагнитного излучения на живые организмы. Но относить вывод данного исследования ко всем источникам слабого ЭМИ не стоит. Изучение влияния подобного рода излучения только набирает обороты. И пока нет точной уверенности в безопасности использования, лучше избегать излишнего контакта с источниками слабого ЭМИ.

Литература

1. Еськов Е.К. Этологические аномалии у пчел и ос, порождаемые действием электрических поле / Еськов Е.К. // Экология. 1982. № 6. С. 76-78.
2. Еськов Е.К. Экология медоносной пчелы / Еськов Е.К. Рязань: Русское слово, 1995.
3. Еськов Е.К. Реакции пчел на атмосферные и электрические поля промышленной частоты / Еськов Е.К., Тобоев В.А. // Вестник ОГУ. 2008. Т. 123, № 3. С. 265-274.
4. Никитина Е.А. Физиолого-генетический анализ механизмов патогенеза нейродегенеративных заболеваний с привлечением моделей на дрозофиле. Дисс. на соиск. уч. степ. докт. биол. наук. Санкт-Петербург. 2015. 460 с.



Данилюк Мария Александровна

Год рождения: 1982

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы № Т42503,

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

e-mail: Maria-a-d@yandex.ru



Павлова Анастасия Сергеевна

Год рождения: 1987

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.э.н., ст. преподаватель,

e-mail: nastya.s.pavlova@gmail.com

УДК 338.45.01

**АНАЛИЗ ПОТРЕБНОСТЕЙ И ОЖИДАНИЙ
ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ СТОРОН В РАМКАХ СИСТЕМЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

М.А. Данилюк

Научный руководитель – к.э.н., ст. преподаватель А.С. Павлова

Работа выполнена в рамках темы НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

В статье представлен анализ заинтересованных сторон в соответствии с требованиями новой версии международного стандарта ИСО 14001:2015 к системам экологического менеджмента. Описана процедура идентификации внутренних и внешних заинтересованных сторон организации в рамках системы экологического менеджмента. Подробный анализ потребностей и ожиданий заинтересованных сторон позволяет провести оценку рисков, ожидаемых как внутри организации, так и из внешней среды.

Ключевые слова

Анализ заинтересованных сторон, ИСО 14001, система экологического менеджмента, заинтересованные стороны, ожидания заинтересованных сторон.

Актуальность темы исследования

- применение системы экологического менеджмента как эффективного инструмента управления вопросами охраны окружающей среды на предприятии;
- влияние заинтересованных сторон на деятельность организации;
- анализ новых требований стандарта ИСО 14001:2015.

Целью научного исследования является проанализировать потребности и ожидания заинтересованных сторон в соответствии с требованиями системы экологического менеджмента на примере.

Таким образом, в рамках научного исследования были поставлены следующие задачи:

- проанализировать требования новой версии стандарта ИСО 14001:2015 как структуры Высокого уровня;
- изучить требования стандарта, касающиеся контекста организации;
- выявить потребности и ожидания заинтересованных сторон, которые могут быть использованы в качестве входных данных при планировании и развитии системы экологического менеджмента предприятия пищевой промышленности;
- разработать анализ заинтересованных сторон для компании по производству масла сливочного.

Теоретическую и методологическую основу исследования составила матрица оценки заинтересованных сторон.

Большинство международных компаний и некоторые отечественные считают необходимостью наличие действующей системы экологического менеджмента в соответствии с требованиями стандарта ИСО 14001. Данный стандарт признается эффективным инструментом экологического менеджмента направленного на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду [1].

В 2015 году вышел обновленный стандарт ИСО 14001, который имеет высокоуровневую структуру и легко интегрируется с другими стандартами серии ИСО. Одной из основных особенностей новой версии стандарта является п. 4.2 Понимание потребностей и ожиданий заинтересованных сторон. Теперь компании должны учитывать не только свои интересы, а так же определить все заинтересованные стороны, которые имеют отношение к системе экологического менеджмента, как внешние, так и внутренние, их соответствующие ожидания и потребности, и определить, какие из них станут для компании принятыми обязательствами [2-4].

Данные нововведения подчеркивают важность стратегического менеджмента, таким образом компании, согласно требованиям международного стандарта системы экологического менеджмента ИСО 14001:2015, должны проводить свое управление рисками на основе анализа потребностей и ожиданий всех выявленных заинтересованных сторон [2].

Заинтересованные стороны идентифицированные предприятием в соответствии с Матрица заинтересованных сторон делятся на внутренние и внешние. Пример идентификации заинтересованных сторон для предприятия пищевой промышленности производящей фасованное сливочное масло из блочного приведен в таб. 1.

Таблица 1

Заинтересованные стороны

Заинтересованные стороны	
Внутренние	Внешние
<ul style="list-style-type: none">• Головная организация• Акционеры• Совет Директоров• Сотрудники Компании	<ul style="list-style-type: none">• Контролирующие органы• Поставщики• Арендодатели• Аутсорсинг• Потребители• Клиенты, дистрибьюторы• Соседи (территориальные)• Администрация района, города• Лаборатории• Научные сообщества• Общественность, СМИ• Конкуренты

Для оценки степени влияния идентифицированных сторон, отчетливого представления их потребностей, ожиданий, влияния на систему экологического менеджмента и бизнес, определяются ключевые факторы в соответствии с рисунком.



Рисунок. Факторы влияния заинтересованных сторон

Для соответствия требованиям системы экологического менеджмента весь проведенный анализ потребностей и ожиданий выявленных заинтересованных сторон компании сводится воедино, пример в таблице (таб. 2).

Таблица 2

Анализ заинтересованных сторон

Заинтересованная сторона	Совет Директоров	Контролирующие и надзорные органы
Группа (внутренние/ внешние)	Внутренняя	Внешняя
Требования / интересы заинтересованных сторон	1. Соответствие требованиям законодательства 2. Отсутствие жалоб клиентов и потребителей 3. Выполнение целевых показатели	1. Соблюдение требований законодательства 2. Предоставление отчетности своевременно
Степень заинтересованности (низкая/высокая)	высокая	высокая
Уровень влияния (низкий / высокий)	высокий	высокий
Меры управления / взаимодействия (в соответствии с матрицей)	Активное сотрудничество	Активное сотрудничество

продолжение таблицы

Заинтересованная сторона	Совет Директоров	Контролирующие и надзорные органы
Коммуникация	1. Отчет Management Review, 2. Собрания Совета Директоров, 3. Цели, стратегия	1. Обмен информацией 2. Журнал проверок
Риски	1. Высокие целевые показатели 2. Дополнительные требования	1. Штрафы и предписания 2. Репутационные риски 3. Приостановка деятельности 4. Дополнительные финансовые затраты в связи с изменениями требований
Возможности - постоянное улучшение и развитие	1. Выделение ресурсов 2. Дополнительные инвестиции, улучшение, стабилизация, развитие	1. Постоянное улучшение и развитие 2. Лояльность к бренду, Компании
Анализ, оценка результативности	1. Решения по результатам совета директоров 2. Биржевые индексы 3. Доля рынка	1. Результаты проверок 2. Производственный контроль/оценка соответствия

Аналогично проводится идентификация всех влияющих факторов, ожиданий и потребностей заинтересованных сторон по перечисленным в таб. 1 выявленным сторонам и по указанным на рисунке факторам и сводятся в единую таблицу.

Заключение

В статье приведен принцип анализа заинтересованных сторон, которые могут повлиять на систему экологического менеджмента компании, в соответствии с требованиями высокоуровневого стандарта ИСО 14001:2015. Данный анализ проведен с учетом уровня влияния заинтересованных сторон, степени заинтересованности, анализа и оценки результативности, рисков, мер управления и взаимодействия, метода коммуникации, возможности постоянного улучшения и развития, требований и интересов заинтересованных сторон.

Составленная матрица дает отчетливое представление об потребностях и ожиданиях заинтересованных сторон и позволяет провести анализ рисков для компании. С учетом наличия «Высокой структуры» основных стандартов ИСО такой подход может быть распространен для других систем менеджмента предприятия и для других компаний.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования результатов исследования и выводов представителями промышленности при создании, пересмотре и развитии системы экологического менеджмента на соответствие требованиям стандарта ИСО 14001.

Литература

1. Шоба В.А., Снегирев В.А. Проектирование системы экологического менеджмента предприятия в соответствии с новой версией стандарта ISO 14001:2015//Бизнес.Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса – 2017 февраль №1(38). С. 136 – 142.
2. Славинский Д.А., Хорошавин А.В., Смирнова М.В. Анализ новых международных требований к системам экологического менеджмента в контексте российских

- условий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент».2015. №4. С. 335–341.
3. ГОСТ Р ISO 14001-2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению». Москва, Стандартинформ. 2018. С. 31.
 4. ISO International Organization for Standardization Environmental management system, standard ISO 14001:2015, edition 3, 2015, p.35, ICS 13.020.10. [Electronic resource]. Access mode <https://www.iso.org/standard/60857.html>.



Добровольская Мария Владимировна

Год рождения: 1996
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
магистр группы Т42151,
направление подготовки: Биотехнология напитков,
хлеба и кондитерских изделий,
e-mail: m.ukolowa@yandex.ru



Агембо Эванс

Год рождения: 1985
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
магистрант группы Т42181с,
направление подготовки 19.04.01 – Биотехнология,
e-mail: eaagembo@gmail.com



Баракова Надежда Васильевна

Год рождения: 1954
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент,
e-mail: barakova@corp.ifmo.ru

УДК 663.085

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУЛЬВОВОЙ
КИСЛОТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЕЛКА
ИЗ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА**

**М.В. Добровольская, Э. Агембо, Н.В. Баракова
Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.В. Баракова**

Работа выполнена в рамках темы НИР «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

В работе проанализирована возможность применения фульвовой кислоты вместо янтарной на стадии осаждения белка при извлечении белка из подсолнечного шрота. Показано, что применение фульвовой кислоты позволило на 1,5% увеличить выход водорастворимого белка.

В настоящее время шрот подсолнечника применяется в основном как добавка к основному рациону животных. Белок подсолнечного шрота обладает положительными свойствами: высокое содержание (до 40%), отсутствие антипитательных веществ, благоприятный аминокислотный состав [1]. Извлечение белка из подсолнечного шрота является актуальной задачей, так как позволит наиболее полно использовать все компоненты сырья [2].

Осаждение белка – процесс потери белковыми молекулами гидратной оболочки и электрического заряда [3]. Для выделения белка из подсолнечного шрота и его очистки используются различные растворители, в том числе органического происхождения, в частности, янтарная кислота [4, 5].

Эффективной заменой янтарной кислоте может стать фульвовая кислота. Фульвовая кислота имеет способность реагировать с отрицательно и положительно заряженными свободными радикалами, таким образом нейтрализуя их либо видоизменяя в новые пригодные к использованию соединения [6, 7].

Фульвовая кислота производится методом экстракции из гумуса. В данных экспериментах использовалась кислота, извлеченная из ультрадисперсных гумато-сапропелевых суспензий, полученных кавитационной обработкой озерных сапропелей. Фульвовая кислота из них извлекалась путем добавления к суспензиям концентрированной соляной кислоты до рН, равного 1. Далее проводилось центрифугирование и фильтрация. Содержание в полученной кислоте сухих веществ составило 2,3%. Для проведения экспериментов использовали янтарную кислоту с содержанием сухих веществ 2,7% и тем же рН, равным 1.

Шрот подсолнечника (содержание водорастворимого белка – 10%) измельчали на лабораторной мельнице так, что проход через сито с отверстиями 1 мм был не менее 80%. Измельченный шрот смешивали с водой в массовом соотношении 1:10. Полученные смеси с рН 8 делили на две части, в одну вносили ферментный препарат Целлолюкс-А в количестве 0,5% от сухой массы. Экстракцию белка проводили при 40 °С в течение двух часов. Суспензии фильтровали, осаждали белок при комнатной температуре фульвовой и янтарной кислотами до р 4, затем промывали и центрифугировали. Осадок, остающийся в центрифужной пробирке после декантирования, исследовали на содержание белка и фенольных веществ.

Оценку эффективности экстракции кислотами оценивали по количеству водорастворимого белка и фенольных соединений в твердом осадке. Содержание водорастворимого белка измеряли методом Лоури. Концентрацию фенольных соединений определяли методом Фолина–Чокальтеу в модификации Сингльтона и Росси. Метод основан на реакции фенолов с реактивом Фолина–Чокальтеу.

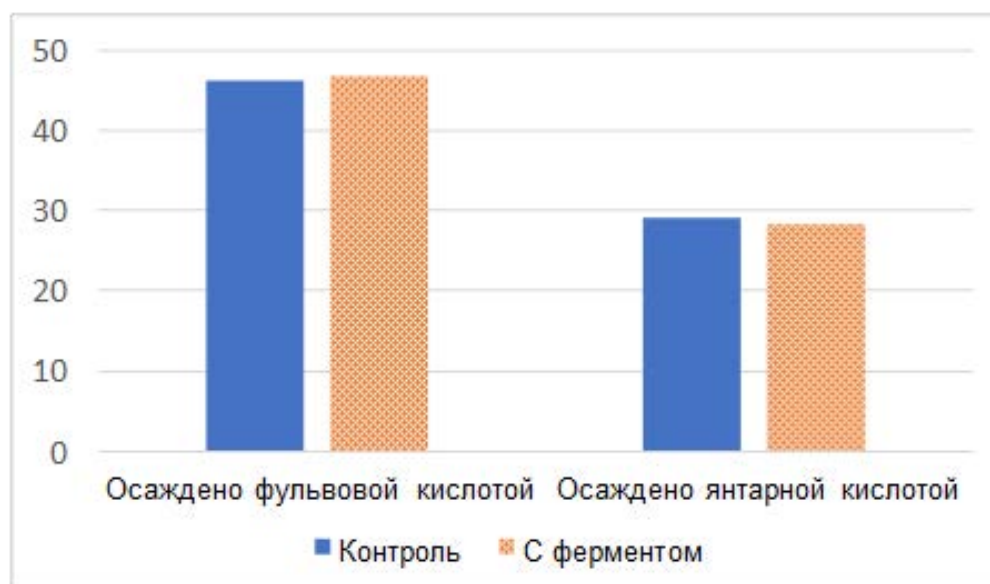


Рис. 1. Диаграмма сравнения содержания водорастворимого белка (%) в образцах, осажденных янтарной и фульвовой кислотами: контроль – без добавления фермента, с ферментом – 0,05% ферментного препарата от массы шрота

Из диаграмм, представленных на рис. 1, следует, что внесение ферментного препарата Целлолюкс-А не увеличило количество извлекаемого из шрота белка. При осаждении белка фульвово́й кислотой количество водорастворимого белка в твердом осадке составило 4,5% относительно массы осадка, при осаждении белка янтарной кислотой – 3,0%.

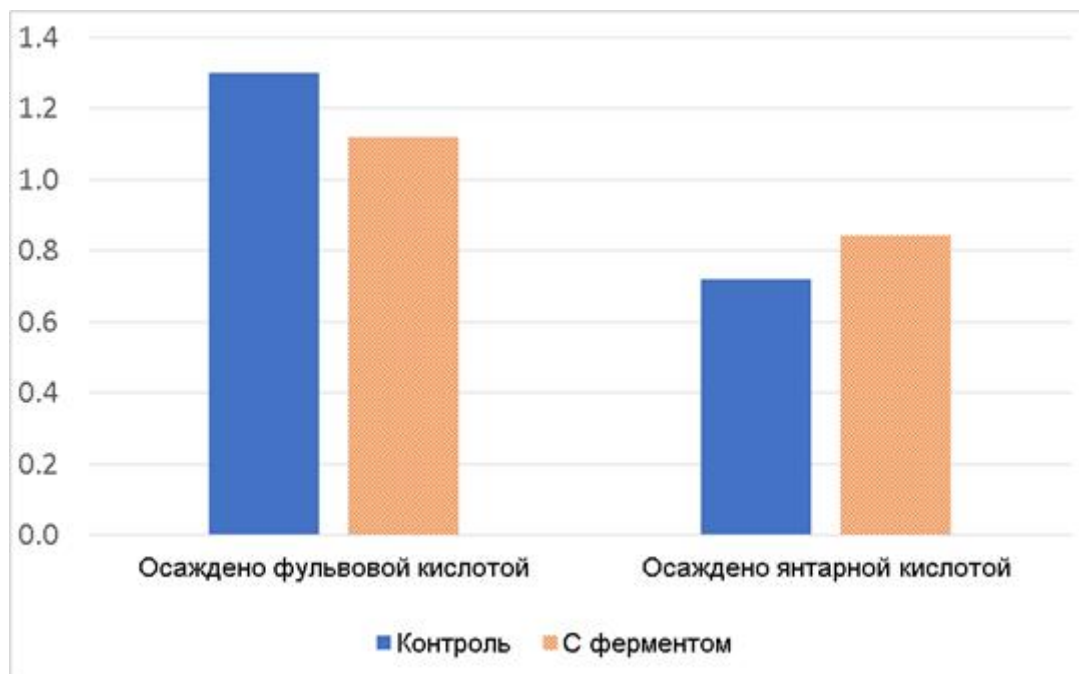


Рис. 2. Диаграмма сравнения концентрации фенольных соединений (мг-экв галловой кислоты в 1 г сухой массы) в образцах, осажденных янтарной и фульвовой кислотами: «контроль» без добавления фермента, «с ферментом» – 0,5% фермента от массы шрота

Из диаграммы, представленной на рис. 2 следует, что в осадке, полученном после центрифугирования суспензии, количество фенольных веществ при использовании фульвовой кислоты составило 1,2 мг-экв галловой кислоты в 1 г сухой массы, при использовании янтарной кислоты – 0,9 мг-экв в 1 г сухой массы. Содержание фенольных веществ в твердом осадке относительно содержания белка при использовании фульвовой кислоты составило 26%, янтарной кислоты – 27%.

Полученные результаты позволяют говорить о возможности замены янтарной кислоты фульвовой при извлечении и осаждении белка шрота подсолнечника.

Литература

1. Leung j., Fenton T.W., Clandinin d.r. Phenolic components of sunflower flour//j. Food Sci. Vol. 46. Issue 5. p. 1386–1388.
2. Остроумов Л.А., Бабич О.О., Милентьева И.С. Изучение критериев качества и безопасности функциональных продуктов питания, полученных из вторичных продуктов переработки растительного сырья//Современные наукоемкие технологии. 2012. т. 12. № 12. с. 24–27.
3. Чурсина О.А. и др. Сравнительная оценка растительного сырья с целью получения белкового препарата для виноделия//Магарач. Виноградарство и виноделие. 2017. № 2. с. 44–47.

4. Amakura Y., Yoshimura m., Yamakami s. et al. Isolation of phenolic constituents and characterization of antioxidant markers from sunflower (*Helianthus annuus*) seed extract//*Phytochem. Lett.* 2013. Vol. 6. № 2. p. 302–305.
5. Щеколдина Т.В., Кудинов П.И., Чалова Л.К. Получение белкового изолята из подсолнечного шрота//*Известия вузов. Пищевая технология.* 2008. № 1. с. 19–21.
6. Schnitzer m. Recent findings of the characterization of humic substances extracted from soils from from widely differing climatic zones//*Proceedings of the Symposium on Soil Organic Matter Studies, Braunschweig.* p. 117–131.
7. Senesi T. Molecular and quantitative aspects of the chemistry of fulvic acid and its interactions with metal ions and organic chemicals: Bari Italy//*Analytica Chimica Acta.* Vol. 232. p. 51–75.



Ерёменко Анастасия Александровна

Год рождения: 1999

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы № Т3450,

направление подготовки: 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

e-mail: anastasiayeremenko@gmail.com



Сергиенко Ольга Ивановна

Год рождения: 1957

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.т.н., доцент,

e-mail: oisergienko@corp.ifmo.ru



Павлова Анастасия Сергеевна

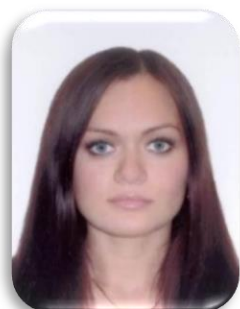
Год рождения: 1987

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.э.н., преподаватель,

e-mail: nastya.s.pavlova@gmail.com



Савоскула Виолетта Андреевна

Год рождения: 1988

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

преподаватель,

e-mail: violetta.savoskula@gmail.com

УДК 504.062

**ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО СИМБИОЗА
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЕКТА CREA-RE-RU
А.А. Ерёменко, О.И. Сергиенко, А.С. Павлова, В.А. Савоскула
Научный руководитель – к.т.н., доцент О.И. Сергиенко**

Работа выполнена в рамках темы НИР №77790 «Экономика замкнутого цикла и эффективное использование природных ресурсов в Швеции и России» по результатам международного проекта CREA-RE-RU.

Аннотация

Анализируется опыт Швеции, Латвии, Финляндии и России в области промышленного симбиоза. Рассмотрены практические примеры создания симбиотических сетей, барьеры на пути развития промышленного симбиоза и возможные решения. В качестве основных препятствий выделяются отсутствие информации о лучших практиках развития промышленного симбиоза, а также законодательной и финансовой поддержки, необходимой для внедрения экономики замкнутого цикла, включая альтернативную энергетику.

Ключевые слова

Экономика замкнутого цикла, промышленный симбиоз, эффективное использование природных ресурсов, ресурсоэффективность, отходы, экотехнопарки.

В настоящее время мир сталкивается с рядом сложных проблем: истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и изменение климата. Эти глобальные проблемы требуют изменения методов организации производства и выпуска продукции, а также комплексного подхода для взаимодействия научных кругов, отраслей промышленности и общественности.

Решение этих проблем находит отражение в концепции экономики замкнутого цикла, одной из ключевых идей которой является превращение отходов в ресурсы. Данное превращение может осуществляться в результате внедрения промышленного симбиоза – использования отходов или побочных продуктов одной отрасли или промышленного процесса в качестве ресурса для другой, что позволяет более рационально использовать ресурсы и снижает экологические последствия путем замыкания ресурсных цепочек. Промышленный симбиоз подразумевает создание взаимосвязанной сети, в которой энергия и материалы непрерывно циркулируют без образования отходов, в итоге сырье требуется в меньшей степени, потребность в свалках уменьшается, материалы дольше остаются экономически ценными [1].

Целью данной работы являлось изучение опыта промышленного симбиоза в Финляндии, Швеции, Латвии и России, а также выявление барьеров на пути его развития и возможных решений.

Работа проводилась в рамках международного проекта CREA-RE-RU «Экономика замкнутого цикла и эффективное использование природных ресурсов», основным фокусом которого являлось управление отходами в различных отраслях промышленности в странах-участниках проекта. В ходе проекта интернациональным группам студентов была предоставлена возможность взаимодействовать с финскими компаниями и сравнить развитие экономики замкнутого цикла в Финляндии, Швеции, Латвии и России.

Лучшие практики развития промышленного симбиоза

Финляндия. В Финляндии промышленный симбиоз широко распространен, охватывая более 600 компаний. Компания по управлению отходами РНЖ в своей деятельности применяет концепцию промышленного симбиоза для управления отходами и их валоризации. Компания РНЖ руководит центром Kujala Waste, объединяющим различные предприятия по переработке отходов на территории площадью 70 гектаров, что позволяет легко перемещать отходы для повторного использования и дальнейшей переработки. В результате ежегодно утилизируется около

95% отходов в регионе, которые после соответствующей обработки используются повторно, в том числе для производства энергии.

Центр Kujala принимает отходы от населения и промышленных объектов для временного хранения, обработки, восстановления, передачи и окончательной утилизации. Он является основным участком компании РНЖ и единственным местом ее переработки. Ежедневно на площадке работает около 45 работников РНЖ и подрядных компаний. Кроме того, на этом участке расположено несколько заводов по производству биогаза и компостирования LABIO Ltd, по переработке кровельного войлока Tarpaper Recycling Finland Ltd, по производству и очистке биогаза Gasum Ltd, по производству асфальта NCC Roads Ltd и рекультивации почвы Kekkilä Ltd.

Строительство Kujala Waste Center было завершено в 2001 году, и уже в 2003 и 2011 годах, территория была расширена. Архитектурной фирмой Tapani Vuorinen специально для центра был изготовлен арт-объект из остатков почвы и переработанного стекла, что добавило визуальную привлекательность зоне приема центра. Станция приема отходов Pilleri принимает отходы, предоставляет услуги домохозяйствам и малым предприятиям, обслуживая около 80 тыс. клиентов ежегодно. Сегодня Pilleri, введенная в эксплуатацию в 2001 г., является одной из семи станций приема отходов.

Перерабатывающий завод, открытый в 2016 году, перерабатывает промышленные строительные и смешанные отходы, а также отходы производства энергии. Из них выделяют текстиль, пластмассы и различные металлы, которые могут быть переработаны. Не перерабатываемые отходы используются для производства энергии. Незначительное количество отходов бетона и кирпичей размещается на полигоне в качестве уплотнения.

Инновационный сортировочный завод использует новейшие технологии механической сортировки отходов. Разделение отходов зависит от формы, размера и оптических свойств материала. Мощность завода составляет 65 тыс. тонн в год. На территории Центра расположены установки для переработки древесных отходов, пластика и текстиля, которые не пригодны для переработки, но применяются как топливо RDF для электростанций.

Старая свалка, открытая в 1950-е годы, была закрыта в 2007 году. Она занимает примерно 24 га. На свалке установлены коллекторные колодцы и каналы для свалочных газов. Свалочный газ, собранный на выведенном из эксплуатации полигоне, направляется в компрессорную установку. Большая часть собранного газа подается по трубопроводу на отопительную станцию завода безалкогольных напитков Hartwall для выработки технологического пара. Часть свалочного газа направляется на микротурбинную установку для производства электроэнергии и тепла для собственных нужд. Выведенный из эксплуатации полигон будет продолжать обслуживаться и проверяться в течение не менее 30 лет. Действующая в настоящее время часть полигона занимает всего 5,4 га, и здесь хранятся отходы, подлежащие восстановлению. Основание полигона соответствует последним требованиям ЕС.

К отходам, пригодным для вторичной переработки, относятся ветки, хворост, садовые отходы, пни, а также металл, бетон, кирпич, асфальт, гипс, кровельные материалы, окна с рамами и пластиковая упаковка. Кусты и пни измельчаются в щепку. Измельченный хворост идет на выработку энергии, в то время как щепа от пней используется в качестве вспомогательного материала на компостной установке. Большая часть садовых отходов также передается на компостную установку, а часть – пригодна для производства биогаза. На предприятии производится очистка биогаза, вырабатываемого биогазовой установкой LABIO Ltd. Биогаз, пригодный для использования в качестве моторного топлива, затем подается в сеть Gasum. Бетон и кирпич измельчаются и используются в ландшафтном дизайне и дорожном

строительстве. Большая часть перерабатываемых отходов передается на перерабатывающие предприятия для производства новых материалов. Металлы используются в качестве сырья в металлургической и литейной промышленности. Стекланные отходы идут на производство стеклотары, стекловаты и пеностекла. Помимо асфальтовых отходов, битумный кровельный материал может быть использован при производстве асфальта. Гипсовые отходы служат сырьем при производстве новых гипсокартонных листов, а пластиковая упаковка используется для производства пластиковых изделий. Площадь приема и хранения отходов составляет 5,3 га [2].

Латвия. Страны Европейского Союза находятся на разных уровнях развития, в том числе в сфере обращения с отходами. В Латвии эти цифры намного ниже, чем, например, в Германии, Нидерландах или Австрии. Латвия начала перерабатывать отходы в 1995 году, однако пока все еще незначительное количество компаний адаптировано к экономической модели замкнутого цикла.

Одна из таких компаний, которая является примером успешного внутреннего симбиоза, – SIA Getliņi ЕКО, управляющая крупнейшим в Прибалтике полигоном твердых коммунальных отходов. Один из самых современных полигонов, где биоразлагаемые отходы используются для производства биогаза, а материалы и металлические изделия перерабатываются, был построен 26 октября 2015 года.

Неподлежащие вторичной переработке отходы хранятся в безопасных герметичных камерах, защищенных от воздействия воздуха или дождевой воды. Газ, произведенный в этих камерах, передается на энергоблок, затем сжигается в шести установках внутреннего сгорания и преобразуется в энергию - электричество и тепло. Электроэнергия продается компании AS Latvenergo, а тепло используется в теплицах SIA Getliņi ЕКО, где выращивают помидоры, огурцы и цветы. Сточные воды собираются и очищаются, поэтому воздействие отходов на окружающую среду сводится к минимуму.

Швеция. Интересен опыт Швеции, в которой промышленный симбиоз, развивающийся на протяжении нескольких последних десятилетий, не ограничивается территорией промышленных технопарков, а объединяет городскую и промышленную деятельность.

Так, муниципальные отходы в г. Лидчёпинг собираются отделом управления бытовыми отходами, муниципальными очистными сооружениями (стоки) и небольшая доля поступает от промышленных предприятий. Часть отходов направляется на ТЭЦ для выработки как электроэнергии, так и централизованного теплоснабжения вместе с паром для промышленных целей компании Lantmännen Reppe. Этот биоперерабатывающий завод производит различные продукты, такие как корма для животных и сырье для производства биогаза. Вырабатываемый биогаз поступает в Лидчёпинг на очистку и используется для транспортного топлива. Жидкие отходы, богатые питательными веществами, раздают местным фермерам для использования в качестве удобрения [3].

Такая синергия между различными компаниями дает ряд преимуществ, как в экономической, так и в экологической сферах. Что касается экономических выгод, отходы, произведенные одной компанией, используются в качестве сырья другой компанией, что приводит к полному обмену отходами и снижает стоимость сырья для промышленного производства или дает доход, как в случае платы, получаемой ТЭЦ за бытовые отходы. Что касается экологических выгод, выбросы парниковых газов уменьшаются благодаря использованию системы централизованного теплоснабжения ТЭЦ, вместо использования котлов с более низкой эффективностью, а также благодаря уменьшению зависимости от ископаемого топлива, поскольку оно замещается

отходами производства с более высоким содержанием биогенного углерода. Кроме того, сводится к минимуму потребность в захоронении отходов.

Россия. В России сегодня также можно найти примеры внедрения промышленного симбиоза. Пожалуй, одним из первых случаев промышленного симбиоза можно назвать кейс Новосибирской компании – производителя масла из орехов кедра. Первоначально в 2006 году компания решила использовать собственный побочный продукт – скорлупу кедрового ореха - в качестве топлива для котла. До этого времени скорлупу использовали для заполнения дорожного покрытия и оврагов (ее отдавали бесплатно, в противном случае компания должна была бы платить за захоронение отходов). Компания построила собственный 200-киловаттный котел. Тепло использовалось, главным образом, для технологических нужд (сушки орехов) и обогрева цехов. Кроме того, были внедрены определенные технические решения, позволяющие регулировать распределение нагрузки между централизованной городской системой отопления и собственным отопительным оборудованием в зависимости от погоды. К 2011 году из 1150 тонн ореховой скорлупы было поставлено 240 тонн побочного продукта для производства бурового агента для нефтяной промышленности, около 20 тонн было продано для ландшафтного дизайна и 2,5 тонны были проданы косметической компании [4].

Другой пример связан с повторным использованием отходов российской железнодорожной компанией – холдинг «РЖД». Компания предоставляет свои отходы – неиспользуемые деревянные и железобетонные шпалы, щебень - различным партнерам. В частности, щебень используется Государственной компанией «Российские автомобильные дороги» («Автодор») для производства асфальта. Изношенные бетонные шпалы уничтожаются специальным оборудованием, стружка повторно используется для строительных работ. Деревянные шпалы используются в качестве топлива, например, для муниципальных котельных. Пилотный проект отопительного агрегата, работающего исключительно на изношенных шпалах, реализуется в городе Черняховск (Калининградская железная дорога).

В 2018 году Россия приняла Стратегию развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года и начала реформу 1 января 2019 года. Стратегия обосновывает необходимость развития экономики замкнутого цикла в России. Основное внимание уделяется максимальному сокращению отходов, поступающих на свалки, путем создания интегрированной системы управления и промышленной переработки отходов. Одним из инструментов является развитие экотехнопарков. Например, экотехнопарк в Новокузнецке – одном из крупнейших моноиндустриальных городов России с металлургическим производством, добычей и переработкой угля. Предприятия экотехнопарка перерабатывают около 4 млн тонн промышленных отходов в год, включая огнеупорные изделия, шлаки металлургического производства, зольную пыль, отходы угля.

Барьеры на пути развития промышленного симбиоза и возможные решения

Промышленный симбиоз способствует достижению целей в области климатических изменений, управления отходами и производства энергии. Промышленные компании могут экономить средства за счет повторного использования побочных продуктов вместо оплаты первичных материалов. Средства также могут быть сэкономлены за счет повышения эффективности использования энергии и тепла. Однако в настоящее время промышленный симбиоз еще не стал обычной практикой, поскольку процесс создания сопряжен с большими издержками, недостатком опыта и доверия между участниками процесса, а также сдерживается законодательством в области обращения с отходами.

Независимо от того, насколько «замкнут» процесс промышленного симбиоза для отдельной компании, организации или производственного предприятия, с этим процессом связаны большие капитальные и эксплуатационные расходы. Например, оборудование Центра Глазго по переработке и возобновляемой энергии (GRREC) стоило 155 млн. фунтов стерлингов до ввода на полную мощность. Промышленный симбиоз трудно внедрить в случае отсутствия интереса к этой довольно новой концепции и связанными с ней инвестициями в требуемую технологию. Малые и средние предприятия, как правило, отдадут приоритет росту доходов (увеличению продаж) по сравнению с любым другим аспектом, включая инновации и устойчивость. Если акцент делается на быструю прибыль и продажи, то дорогие технологии, направленные на повышение эффективности и устойчивости отраслей, зачастую просто не рассматриваются.

Другой проблемой при внедрении систем промышленного симбиоза является соблюдение законодательства. Страны ЕС имеют достаточно строгие экологические нормы по качеству воздуха, загрязнению и отходам, которые они должны соблюдать в соответствии с директивами ЕС. Компании и организации должны обеспечить, чтобы любые предлагаемые планы промышленного симбиоза соответствовали критериям и требованиям законодательства. Несоблюдение законодательства может привести к крупным штрафам, юридическим проблемам и нанесению ущерба репутации. В России и ряде других стран в настоящее время не существует правовых норм для регулирования промышленного симбиоза. Компании не вкладывают средства в технологии симбиоза, поскольку отсутствует ясность в отношении законности, а также наглядные успешные примеры.

Существует много барьеров, которые замедляют развитие промышленного симбиоза в разных странах. Однако долгосрочные выгоды, которые могут быть получены от его реализации, как экологические, так и экономические, являются достаточно веской причиной, чтобы продолжать искать решения для преодоления этих проблем.

Одним из основных препятствий на пути промышленного симбиоза является отсутствие информации о реальной практике. Базы данных важны не только потому, что они предоставляют ценный материал для инвесторов или компаний, которые могут быть заинтересованы в участии в проектах развития промышленного симбиоза, но также потому, что они могут побуждать других, скептически настроенных возможных участников процесса, демонстрируя реальное достижение результатов. Эта информация также может быть использована для улучшения методов, которые уже применяются в настоящее время, и для исправления ошибок, которые были допущены в прошлом. Однако информация важна не только для отраслей промышленности. Общие знания в этой области приведут к социальному убеждению в политических изменениях, которые могут стать поворотным моментом для развития этих синергетических действий.

Законодательство является еще одной важной проблемой, которая может быть решена только путем изменения политики, которая прямо или косвенно влияет на промышленный симбиоз. Проект такого масштаба требует долгосрочной структурной поддержки местных и региональных властей содействию созданию сетей и поиску симбиотических обменов с хорошим экономическим обоснованием.

Наконец, когда речь заходит об экономических аспектах промышленного симбиоза, требуется финансовая помощь, чтобы начать разработку проекта такого масштаба, потому что выгоды, полученные от него, можно ожидать только в долгосрочной перспективе. С одной стороны, существует необходимость адаптации существующих систем, чтобы они могли работать с альтернативными ресурсами. С другой стороны, такие ресурсы необходимо перемещать из одного места в другое, для

чего необходима перестройка или создание транспортной и распределительной сети. Следовательно, этот вид деятельности трудно, если не невозможно, внедрить без экономической поддержки со стороны правительства или внешнего инвестора.

Литература

1. Уланова О.В., Салхофер С.П., Вюнш К. Комплексное устойчивое управление отходами. Жилищно-коммунальное хозяйство. М.: Издательский дом Академии Естествознания. 2016. 520 с.
2. Kujala Waste Centre. Responsible waste management and environmental measures [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.phj.fi/wp-content/uploads/2018/04/PHJ_Kujala-esite_EN-3.pdf, своб.
3. Industrial Symbiosis in Sweden [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.industriellekologi.se/symbiosis/lidkopring.html> , своб.
4. Блам И.Ю., Борсекова К., Петрикова К. Эволюция территориальных эколого-экономических объединений: промышленный симбиоз [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sibran.ru/upload/iblock/6b4/6b49dfc80b1c9a953bb5d7a678c2a93c.pdf>. своб.



Ефимов Роман Дмитриевич
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
студент группы № W41522,
направление подготовки: 27.04.01 – Стандартизация
и метрология в высокотехнологичном секторе экономики,
e-mail: efimov855@yandex.ru



Кустикова Марина Александровна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., доцент,
e-mail: makustikova@itmo.ru

УДК 006.3/.8

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА ОРГАНИЗАЦИИ НА МЕТОД ИСТИРАНИЯ ПАРААРАМИДНЫХ НИТЕЙ

Р.Д. Ефимов

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

Аннотация

В работе рассмотрены испытания на прочность и износостойкость параарамидных нитей при различных температурах обработки, углах истирания и скоростях. В настоящее время в фондах нормативных документов имеются стандарты на истирание нитей, описывающие несколько различных методов определения стойкости к истиранию, среди которых ГОСТ 18967-73 и ГОСТ 29104.17-91. Однако обзор литературы показал, что в настоящее время отсутствуют разработанные стандарты на истирание нити о нить. В этом контексте можно упомянуть лишь международный стандарт ASTM D 3412 «Стандартный метод испытаний для коэффициента трения, пряжи к пряже».

Ключевые слова

Параарамидные нити, термостойкие волокна, истирание нитей, коэффициента трения.

Композитные материалы на основе арамидных волокон отлично зарекомендовали себя в самолетостроении, в строительстве корабельных судов и в космических технологиях. Одежда для горячих производств немислима без использования арамидных тканей. Границы использования этих чудо-материалов постоянно расширяются. Особую гордость производителей вызывает применение арамида в изготовлении бронежилетов и касок. Особенно актуально владеть информацией о прочности при истирании при эксплуатации строп, тросов, потому как именно эти изделия подвергаются самоистиранию в процессе их применения, а изготавливаются они из арамидной нити. Арамиды – это тепло- и термостойкие

волокна, которые характеризуются высокими температурами стеклования, термической и термоокислительной способностью [1]. Арамидные волокна и нити могут эксплуатироваться при температуре от 250 °С до 300 °С и выше, тогда как природные и химические волокна органического происхождения выдерживают температуры только от 150°С до 170°С [2]. Арамиды обладают некоторыми общими свойствами, выгодно выделяющимися в сравнении с прочими волокнами:

- высокая прочность;
- хорошая устойчивость к истиранию;
- хорошая устойчивость к воздействию органических растворителей;
- отсутствие электропроводимости;
- отсутствие точки плавления;
- низкая воспламеняемость;
- хорошие показатели сохранения целостности ткани в условиях повышенных температур [3].

Для проведения исследований процессов самоистирания нитей применялся прибор марки ИШН-10 – прибор для определения износоустойчивости нитей путем их истирания до разрыва.

Техническая характеристика прибора:

1. Количество одновременно испытываемых образцов нити – 10.
2. Рабочая величина нагружения одного образца, от 25 Н до 100 Н.
3. Вес рейки – 25 Н.
4. Величина заправочного нагружения на нить от 0,5 Н до 3 Н.
5. Число истирающих циклов в минуту – 25 и 50.
6. Ход истирания – 20 мм и 30 мм.
7. Угол истирания в градусах – 5°, 45°, 90°.
8. Привод прибора от сети переменного тока – 220 В.
9. Мощность электродвигателя – 18 Вт.

Габариты прибора, мм – 100 мм х 350 мм х 670 мм.

Описание прибора:

Прибор в своей верхней части имеет десять неподвижных зажимов (7), две планки (5) с направляющими штырьками (6), десять свободно подвешенных зажимов (4), на которых устанавливается заданная нагрузка 3 в зависимости от испытываемого образца и планки (8), создающей заданный угол истирания. Планка (8) привернута к каретке (9), которая получает возвратно-поступательное движение от кривошипно-шатунного механизма (рис. 1).

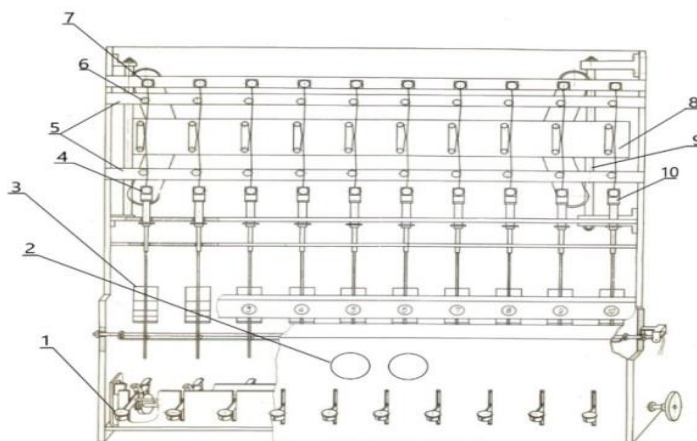


Рис. 1. Схематическое изображение прибора ИШН-10

Привод прибора осуществляется от однофазного электродвигателя АВЕ – 042 - 4 через червячный редуктор и промежуточный вал с двумя шестернями для обеспечения на приводном валу двух скоростей 25 и 50 циклов в минуту. Переключение скоростей осуществляется поворотом фиксируемой рукоятки, которая включает зубчатую муфту переключения шестерен на приводном валу. Число циклов истирания регистрируется импульсным электромеханическим счетчиком (2) марки СБ-1М/100. Отключение прибора при разрушении осуществляется падением нижнего зажима (4) на рычаг с противовесом, на оси которого имеется технологический контакт. Для возвращения технологического контакта в исходное положение предусмотрена рычажно - клавишная система (1).

Ход истирания 20 мм и 30 мм устанавливается с помощью смещения шатуна по радиусу диска кривошипа.

Заправка нити на приборе осуществляется следующим образом (рис. 2).

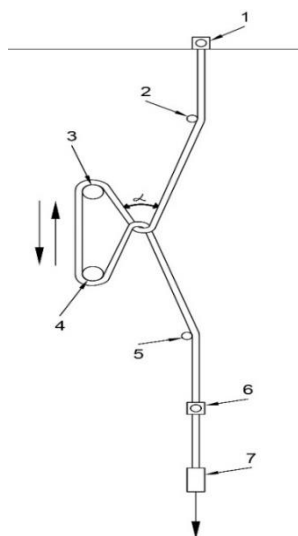


Рис. 2. Схема заправки нити на приборе ИШН-10

Испытания истирания арамидных нитей

Прочность нитей при истирании оценивалась общим числом сделанных возвратно-поступательных движений (циклов) до их обрыва, результаты испытаний были построены на диаграммах, которые представлены на рис. 3-6. В процессе испытания изменению подвергались два параметра работы прибора:

1. Скорость работы прибора, определяемая числом циклов в минуту – 25 и 50.
2. Углы истирания – 5 °, 45 ° и 90 °. Нагрузка на нить составляет 10 Н.

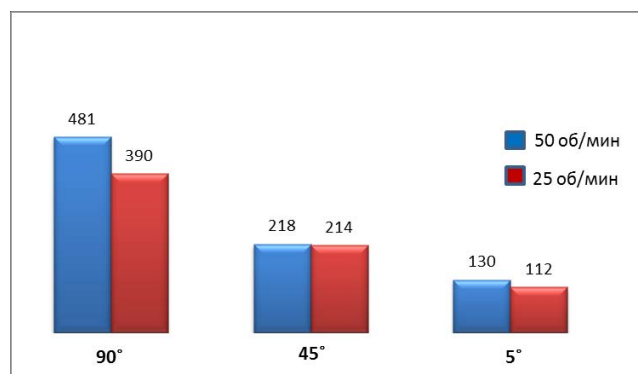


Рис. 3. Прочность кондиционированных нитей

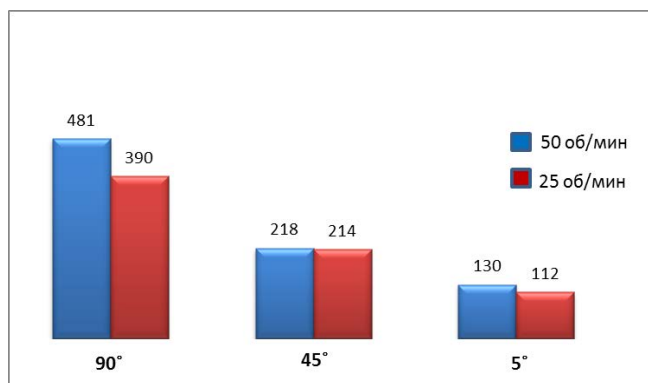


Рис. 4. Прочность термообработанных нитей при 100 °С

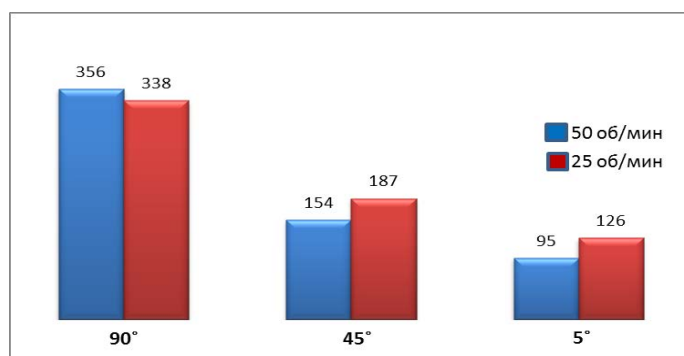


Рис. 5. Прочность термообработанных нитей при 200 °С

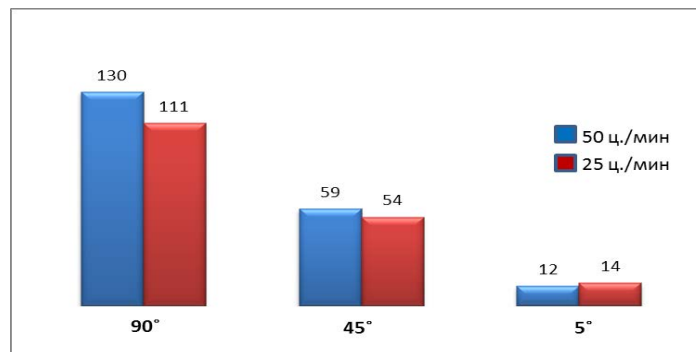


Рис. 6. Прочность термообработанных нитей при 300 °С

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие выводы.

При сравнении результатов, полученных при испытании кондиционированных нитей, становится видна зависимость между прочностью нитей при истирании и величиной угла истирания: с увеличением угла истирания увеличивается прочность нитей при истирании. Это связано с уменьшением контактной поверхности нитей.

Из графиков видно, что прочность термообработанных нитей по сравнению кондиционированными нитями существенно снижается после 200 °С.

В отличие от кондиционированных нитей прочность при истирании у термообработанных нитей при разных скоростях работы прибора приблизительно одинакова. Полученные результаты дают возможность сделать выводы о том, что можно подобрать такие оптимальные температуры воздействия на объект исследования, которые могли бы повысить его прочность при истирании.

Обработка результатов испытаний

В результате выполнения работы была проведена обработка полученных результатов испытаний нитей Армос при их износостойкости с целью проведения более подробного и глубокого анализа объекта исследований.

Данные обработки результатов были получены для кондиционированных нитей при комнатной температуре $T=22^{\circ}\text{C}$, а также для нитей термообработанных при температуре $T=100^{\circ}\text{C}$, 200°C и 300°C . Обработанные результаты испытаний представлены в таб. 1-4.

Таблица 1

Обработка результатов испытаний притемпературе $T=22^{\circ}\text{C}$

Формула	Скорость работы прибора, цикл/мин					
	25			50		
	Угол истирания					
	5	45	90	5	45	90
Среднее значение	125,2	173,4	334,2	111,0	208,6	429,7
Дисперсия	222,8	1563,2	2076,2	227,5	664,5	3179,3
СКО	14,9	39,5	45,6	15,1	25,8	56,4
Коэффициент вариации	11,9	22,8	13,6	13,6	12,4	13,1

Таблица 2

Обработка результатов испытаний притемпературе $T=100^{\circ}\text{C}$

Формулы обработки результатов испытаний	Скорость работы прибора, цикл/мин					
	25			50		
	Угол истирания					
	5	45	90	5	45	90
Среднее значение	129,5	217,8	480,9	112,1	214,4	389,7
Дисперсия	144,9	557,0	8548,4	103,0	490,7	2950,6
СКО	12,0	23,6	92,5	10,2	22,2	54,3
Коэффициент вариации	9,3	10,8	19,2	9,1	10,3	13,9

Таблица 3

Обработка результатов испытаний притемпературе $T=200^{\circ}\text{C}$

Формулы обработки результатов испытаний	Скорость работы прибора, цикл/мин					
	25			50		
	Угол истирания					
	5	45	90	5	45	90
Среднее значение	95,0	154,2	355,6	125,6	186,9	338,27
Дисперсия	93,3	653,4	5320,0	199,8	1199,3	4192,7
СКО	9,7	25,6	72,9	14,1	34,6	64,8
Коэффициент вариации	10,2	16,6	20,5	11,3	18,5	19,1

Обработка результатов испытаний при температуре $T=300^{\circ}\text{C}$

Формулы обработки результатов испытаний	Скорость работы прибора, циклов/мин					
	25			50		
	Угол истирания					
	5	45	90	5	45	90
Среднее значение	13,97	54,58	111,21	12,57	59,48	130,46
Дисперсия	45,4	179,8	843,9	57,5	207,6	698,5
СКО	6,7	13,4	29,1	7,6	14,4	26,4
Коэффициент вариации	48,2	24,6	26,1	60,3	24,2	20,3

Полученные результаты свидетельствуют о том, что воздействие высоких температур понижает прочность нитей Армос, а также ведет к снижению устойчивости к истиранию. Это объясняется деструкционными изменениями в структуре волокна и ослаблением межмолекулярных связей.

А также результаты полученные при испытаниях показывают, что с увеличением угла истирания, количество истирающих циклов увеличивается и при увеличении скорости истирания, тоже повышается число истирающих циклов.

Область применения и ассортимент арамидных волокон неуклонно расширяются, спектр изучаемых свойств данной группы волокон растет, в связи с чем постепенно обозначается необходимость разработки стандартов на методы испытаний определенных свойств. Анализ существующих в нормативном фонде стандартов показал, что на данный момент времени существуют лишь стандарты, в которых затрагиваются вопросы абразивного истирания тканей.

Литература

1. Мачалаба Н.Н. Твердые волокна типа армос: получение, свойства / Мачалаба Н.Н., Курылева Н.Н., Охлобыстина Л.В. и др. // Химические волокна. 2000. №5. С. 17-22.
2. Усенко В.А. Высокопрочные арамидные волокна – их свойства и применение / Усенко В.А., Кричевский Г.Е. // Текстильная промышленность. Зарубежный опыт. Экспресс-информация. М.: ЦНИИИТЭИЛП. 1987. № 4. С. 28-30.
3. Перепелкин К.Е. Свойства параарамидных нитей армос в условиях эксплуатационных воздействий. Сравнение с другими параaramидами/ Перепелкин К.Е., Мачалаба Н.Н., Кварцхелия В.А. // Химические волокна. 2001. № 2. С. 35-42.

Жуенков Александр Сергеевич

Год рождения: 1997

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

студент группы № W41551,

направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств в пищевой промышленности,

e-mail: sasa10082@gmail.com

УДК 65.011.56

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК ПЕРЕД ПРОКАТОМ

А.С. Жуенков

Научный руководитель – к.т.н., доц. В.Л. Лазарев¹

1 – Университет ИТМО

Работа выполнена в рамках темы НИР-ФУНД №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

В работе рассматриваются одна из важнейших операций прокатного производства – процесс предварительного нагрева заготовок. При этом процесс анализируется, как объект управления, с целью разработки рекомендаций по совершенствованию существующих систем управления, «расширению» их функций, например, в составе АСУТП. Предлагаемые решения направлены на улучшение качества термической обработки и, в частности, обеспечения равномерности нагрева слитка по всему сечению. Их практическая реализация будет способствовать повышению качества продукции и экономии энергозатрат на ее производство.

Ключевые слова

Автоматизация, управление, прокатное производство, нагрев заготовок, АСУТП.

Процесс нагрева заготовок перед прокатом является одной из важнейших операций, определяющих качество выпускаемой металлической продукции. Основными целями этой операции являются обеспечение требуемой пластичности металлической заготовки, позволяющей минимизировать сопротивление деформации при последующей обработке на прокатном стане. В процессе нагрева формируется структура металла, что, в конечном счете, определяет качество продукции, затраты энергии на ее обработку, производительность. Для различных видов металлов требуется различные температуры нагрева. Так, например, для углеродистых и низколегированных сталей максимальная температура нагрева обычно принимается на 100 – 150⁰С ниже т.н. линии солидуса. Для сталей с содержанием углерода порядка 0.1% требуется относительно высокая температура нагрева, около 1350⁰С. Для большинства марок используемых «промышленных» сталей диапазон температур находится в пределах 1000 – 1300⁰С. При проведении нагрева заготовок также нельзя допускать их перегрева и пережога [1, 2].

Нагрев исходных заготовок, например, в виде слитков – слябов, осуществляется на специальном оборудовании. Таковым являются: нагревательные колодцы (регенеративные, рекуперативные, электроколодцы), камерные и методические печи различных типов и конструкций. Указанное оборудование является достаточно громоздким, сложным и энергоёмким, оно, как правило, располагается рядом с прокатным станом [1, 2]. Весьма перспективным оборудованием являются многозонные методические печи.

Говоря о качестве управления процессом нагрева сляба необходимо отдельно подчеркнуть, что одной из важнейших задач является обеспечение равномерности нагрева или состояния неопределенности температурного поля по всему объёму заготовки. В противном случае, при последующей обработке, возможно образование внутренних разрывов и трещин в толще металла, что негативно скажется на качестве выпускаемого проката. Кроме того, наличие значительной неравномерности нагрева слитка приводит к повышению интенсивности износа прокатных валков, т.к. равномерно нагретый металл легче деформируется. Также при прокате неравномерно нагретого слитка, получаемые изделия могут значительно изгибаться из-за неравномерной «вытяжки» металла.

Современное оборудование для нагрева заготовок оснащается системами управления, которые позволяют осуществлять регулирование основных параметров процесса:

- температуры в каждой зоне нагрева;
- расхода природного газа по зонам;
- расхода воздуха по зонам;
- давления в печи;
- давление газа в подводящем газопроводе.

Помимо этого, как правило, осуществляется дистанционный контроль следующих важных параметров:

- время нагрева;
- газовый состав в продуктах сгорания: N_2 , CO , CO_2 , CH_4 и др.;
- температура отходящего газа;
- температура подаваемого воздуха;
- температура поверхности заготовки.

Равномерность прогрева выдаваемого слитка, в большинстве случаев, оценивается визуально, по цветовым оттенкам фрагментов поверхности, на основе опыта и интуиции оператора, что, в ряде случаев, может привести к появлению брака. Поэтому разработка и внедрение систем объективного контроля и управления состояниями неопределенности температурного поля заготовки в процессе ее нагрева является важной задачей совершенствования системы управления. Задачи такого типа, наряду с задачами оптимизации режимных параметров процесса для различных видов критериев оптимальности, расчета температур нагрева в различных точках с использованием математических моделей и др., как правило, должны решаться на втором, верхнем уровне АСУТП. На первом, нижнем уровне, в основном, реализуются вышеуказанные задачи автоматического контроля и регулирования технологических параметров процесса, а также дистанционного управления отдельными исполнительными устройствами.

Для практической реализации решения задачи мониторинга и управления состоянием неопределенности температурного поля в объёме заготовки необходимо наличие следующих основных составляющих.

Под первой составляющей подразумевается наличие аппаратных средств, позволяющих осуществлять оперативное измерение температуры поверхности

заготовки в процессе ее нагрева. Для этих целей могут использоваться измерительные комплексы на основе серийно выпускаемых термоэлектрических термометров – термопар. Также, исходя из потребностей промышленности, налаживается выпуск различных типов бесконтактных пирометрических термометров – пирометров, основанных на использовании инфракрасного преобразователя температуры. Так, например, для решения подобных задач в производственных условиях неплохо зарекомендовали себя пирометры семейства Термоскоп: Термоскоп – 200 – НТ1, Термоскоп – 800 – 2С, Термоскоп – 600 – ТПИК и др.

Под второй составляющей подразумевается наличие методов и алгоритмов для нахождения оценок состояний неопределенности температурного поля в реальных условиях. Такая задача актуальна для многих производственных процессов в различных отраслях промышленности. Так, например, наличие неоднородности температурных и влажностных полей в рабочих объемах аппаратов для тепловой обработки сырья в биотехнологической, химической и др. отраслях может являться причиной появления брака [3]. Существуют различные подходы к решению такой задачи, обзор которых приведен, например, в [3-5]. Каждый из подходов имеет свои особенности, области и перспективы применения. Одним из универсальных и перспективных является подход, основанный на использовании методов теории энтропийных потенциалов (ТЭП) [3]. Для описания состояния неопределенности температурного поля в объеме заготовки на основе ТЭП целесообразно использовать понятие величины комплексного энтропийного потенциала (КЭП) - L_{Δ} . Величина КЭП определяется следующей зависимостью

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

В (1) использованы три важные характеристики, описывающие различные особенности или свойства состояния неопределенности: σ – величина среднеквадратического отклонения (СКО) температуры в объеме слитка, X_n - величина базового (нормирующего) значения температуры (максимальная температура нагрева), K_e – энтропийный коэффициент закона распределения температуры, характеризует «вариативные» свойства этого закона.

Значения величины L_{Δ} могут быть определены на основании результатов измерения температуры в различных точках поверхности нагреваемой заготовки с использованием, например, вышеупомянутых бесконтактных термометров. В этом случае получаемая информация о температурном поле будет характеризоваться наличием априорной неопределенности относительно температур внутри заготовки. Поэтому в выражении (1) будут использоваться приблизительные оценки величин σ и K_e . Для повышения «представительности» этих оценок могут использоваться различные методики их нахождения в условиях априорной неопределенности [3]. Так, например, для получения оценок величины K_e в условиях «дефицита» измерительной информации может быть использована т.н. методика робастного оценивания, адаптированная к работе с ограниченными объемами данных. В этом случае оценивание величины K_e осуществляется с использованием специальной «тарировочной» кривой, «входным аргументом» которой являются значения величины относительного среднего квадратического отклонения (ОСКО) - λ , определяемой из выражения

$$\lambda = \frac{\sigma}{d} ; d = \frac{t_{max} - t_{min}}{2} . \quad (2)$$

В (2) использованы обозначения: d – половина диапазона изменения температуры поверхности заготовки (размах выборки распределения); t_{max} и t_{min} – наибольшее и наименьшее значения температуры в выборке. Получение оценочных значений величины σ для выражений (1) и (2) может быть осуществлено с использованием относительно малых объемов выборки наблюдений. Таким образом, оценка состояния неоднородности температур в объеме заготовки может быть получена на основании результатов измерений температуры на отдельных фрагментах поверхности. Согласно (1), возрастание значений величины L_{Δ} свидетельствует о возрастании уровня состояния неопределенности температуры и, наоборот.

Имея объективную числовую характеристику состояния неоднородности температурного поля, в виде значения величины L_{Δ} , представляется возможным организовать управление этим состоянием. Одним из каналов управления, например, является изменение времени нагрева заготовки. Так, при прочих равных условиях, увеличение времени нагрева приводит к снижению состояния неопределенности температурного поля и, наоборот. Кроме того, с использованием методов пассивного эксперимента можно создать математическую модель зависимости величины L_{Δ} от режимных параметров технологического процесса. В дальнейшем, на основе такой модели, можно разрабатывать и оптимизировать циклограммы термической обработки для различных типов заготовок.

Другим достоинством использования методов и понятий ТЭП является возможность отображения изменений состояний температурного поля в процессе нагрева в информационное пространство. Другими словами, изменение этих состояний можно оценивать количеством порождаемой при этом информации [3, 4]. В результате создаются предпосылки для создания технологий мониторинга и управления нагревом заготовок, основанные на использовании когнитивных моделей и образов процесса [4, 5].

Таким образом, внедрение предлагаемого подхода будет способствовать повышению качества нагрева заготовок, уменьшению брака выпускаемого на их основе проката, повышению срока эксплуатации прокатного оборудования.

Литература

1. Воскобойников В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов / Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. 6-изд., перераб. и доп. М.: ИКЦ «Академкнига». 2002. 768 с.
2. Губинский В.И., Лу Чжун-У. Теория пламенных печей. М.: Машиностроение, 1995. 256 с.
3. Лазарев В.Л. Робастное управление в биотехнологической промышленности. Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО. 2015. 196 с.
4. Lazarev V.L. Representative information models for monitoring and control in the conditions of uncertainty // Proceedings of the 18th International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2015. Saint Petersburg, RUSSIA. Publisher: IEEE. Pp. 54–57. DOI: 10.1109/SCM.2015.7190408.
5. 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. [Электронный ресурс]. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. №4. С. 54–61.



Иванова Ксения Валерьевна

Год рождения: 1994

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

аспирант,

направление подготовки: 25.00.36 – Геоэкология,

e-mail: smilek.11@mail.ru



Кустикова Марина Александровна

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

к.т.н., доцент,

e-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 504.53.052

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ НА ЯМАЛЕ
В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

В.В. Иванова, М.А. Кустикова

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

Аннотация

Выявлены основные источники, оказывающие негативное воздействие на экологическое состояние почв в зоне влияния горнодобывающей промышленности на полуострове Ямал. Оценка содержания загрязняющих веществ в почвах на разных функциональных участках. Существенные загрязнения почвенного покрова отсутствуют, за исключением отдельных локальных участков.

Ключевые слова

Арктические почвы, Ямало-Ненецкий автономный округ, тундра, тяжелые металлы, нефтепродукты.

Ямало-Ненецкий автономный округ в настоящее время один из самых динамично развивающихся промышленных регионов РФ. Здесь активно разрабатываются месторождения углеводородов и хромовая руда, оказывая интенсивное негативное воздействие на состояние арктических почв, в которых в свою очередь мигрируют, накапливаются и изменяются загрязняющие вещества. В последние десятилетия основными источниками загрязнения является нефтегазодобывающая промышленность из-за повсеместного распространения на Ямале. Нефтяное загрязнение почв относится к числу наиболее опасных, поскольку оно принципиально изменяет их свойства и приводит к сильной деградации природных ландшафтов.

Цель данной работы заключается в оценке экологического состояния почв арктической тундры в зоне влияния горнодобывающей промышленности Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) на основе анализа публичных материалов. Для

достижения цели необходимо выявить основные источники загрязнения, оценить их влияние и концентрации загрязняющих веществ.

Почвы, развивающиеся на исследуемой территории, имеют преимущественно супесчаное строение (песок, супесь, легкий суглинок), низкую гумусность и кислую реакцию среды, среднее значение рН водной вытяжки $4,9 \pm 0,2$. В настоящее время основными видами воздействий на экологическое состояние почв в ходе осуществления промышленной деятельности являются: физическое и химическое воздействия. Основные причины физического воздействия происходят от уплотнения и удаления породы во время разработки месторождений, накопления грунта на поверхности, изменении рельефа местности, эрозии поверхности и изменении многолетнемерзлых пород. Основными источниками данного воздействия являются здания и сооружения, автотранспорт, скважины и открытые карьеры.

Сильное химическое загрязнение на нефтяных месторождениях наблюдается по содержанию углеводородов, некоторых тяжелых металлов, в основном мышьяку и свинцу (таблица), так же происходит засоление почв. Источниками загрязнения химического и физико-химического воздействия являются объекты по разработке месторождений, транспорт, полигоны размещения твердых бытовых и промышленных отходов, а также объекты подземного размещения и объекты закачки сточных вод в подземные горизонты. Загрязнение почв нефтепродуктами носит локальный характер и приурочено к объектам нефтегазодобывающей промышленности (кустовые сооружения, хранилища, перевалочные пункты, портовые зоны, линейные объекты транспортной инфраструктуры).

Таблица

Содержание загрязняющих веществ в исследуемых почвах

№	Показатель загрязнения	ПДК почвы с учетом фона, мг/кг	Концентрации показателей загрязнения, мг/кг
1	рН водной вытяжки	Не нормируется	4,9
2	Нефтепродукты	100	134-2931,6
3	Медь	3	2,9
4	Цинк	23	2,6
5	Свинец	6	8,5
6	Ртуть	2,1	0,17
8	Мышьяк	2	3,3

Концентрации тяжелых металлов (медь, цинк, ртуть) не превышает ПДК установленных ГН 2.1.7.2041-06 и значений регионального фона, но наблюдаются превышения по содержанию свинца, распространяясь вниз по профилю, повышенные концентрации мышьяка аккумулируются в средних горизонтах. Наибольшее превышение ПДК наблюдается по нефтепродуктам в несколько раз, присутствует на кустовых территориях, снижение концентраций наблюдается по мере удаления от данных территорий. Экологическое состояние большинства почв, находящихся в зоне влияния горнодобывающей промышленности характеризуются, как чистые и допустимого загрязнения. Усиление загрязнения такого рода нарушают почвенную структуру, меняют ее физические и химические параметры, вызывая нарушение питания корней растений.

Для снижения загрязнения почв необходимо усилить меры по контролю и предотвращению утечек нефтепродуктов, предотвратить размыв химических реагентов в весенний период, при таянии снежного покрова. Продолжать мониторинг всех природных сред при проведении буровых работ в течении всего периода эксплуатаций скважин вплоть до их ликвидации и последующей рекультивации земель.



Ишутина Екатерина Олеговна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
направление подготовки: 20.04.01. – Информационные
системы для экологической и техносферной безопасности,
e-mail: katuha31-1997@mail.ru



Василевская Анна Васильевна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
ассистент
e-mail: avvasilevskaia@corp.ifmo.ru



Кустикова Марина Александровна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики
к.т.н., доцент,
e-mail: makustikova@corp.ifmo.ru

УДК 504.57.04

ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ТЕРРИТОРИЮ ООПТ

Е.О. Ишутина, А.В. Василевская

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

Аннотация

В работе выполнен комплексный анализ воздействия при строительстве объектов инфраструктуры на территории ООПТ. Рассмотрены подробные факторы влияния на составляющие окружающей среды: атмосферный воздух, почву и грунт, поверхностные и подземные воды, животный и растительный мир.

Ключевые слова

Трубопровод, воздействие, ООПТ, эрозия, загрязнение, выбросы, отходы, сбросы.

Одним из основных факторов, оказывающих антропогенное влияние на состояние окружающей среды, является строительство объектов инфраструктуры. Так как к объектам инженерной инфраструктуры относятся системы электро-, водо-, газоснабжения и др., то под строительство данных объектов затрагивают значительное количество территории. В некоторых случаях различные магистрали и трубопроводы проходят через территорию особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Особо охраняемые природные территории - участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны [1].

Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния и регулируются Федеральным законом от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ "Об особо охраняемых природных территориях". Данный закон регулирует отношения в области организации, охраны и использования особо охраняемых природных территорий в целях сохранения уникальных и типичных природных комплексов и объектов, достопримечательных природных образований, объектов растительного и животного мира, их генетического фонда, изучения естественных процессов в биосфере и контроля за изменением ее состояния, экологического воспитания населения [1].

На данный момент в России имеется около 15 тысяч ООПТ различных форм, федерального, регионального и местного уровня. Общая площадь ООПТ составляет более 134 миллионов гектаров (12 % от общей территории России).

С учетом особенностей режима и статуса находящихся на них природоохранных учреждений установлены следующие категории особо охраняемых природных территорий, образующих природно-заповедный фонд:

- 1) государственные природные заповедники, в том числе биосферные заповедники;
- 2) национальные парки;
- 3) природные парки;
- 4) государственные природные заказники;
- 5) памятники природы;
- 6) дендрологические парки и ботанические сады.

Несмотря на то, что Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 № 33-ФЗ1 регулирует отношения в области охраны и использования особо охраняемых природных территорий, допускается ограниченная хозяйственная деятельность или использование природных ресурсов, минимально воздействующих на окружающую среду. При этом условия пользования для каждой категории ООПТ прописываются отдельно и некоторые положения разрешают различные виды пользования недрами и осуществление строительной или иной деятельности.

Таким образом, на территории ООПТ могут быть выделены природоохранные, рекреационные, агрохозяйственные и иные функциональные зоны, включая зоны охраны историко-культурных комплексов и объектов [1].

В данной статье приведен анализ факторов, оказывающих влияние на особо охраняемые природные территорий, при строительстве объектов инженерной инфраструктуры систем трубопроводного транспорта. Влияние технической системы магистральных трубопроводов на природную среду носит негативный характер.

Так как трубопроводы различаются по своим характеристикам, а также по способу прокладки, то и воздействие на природу различается. Однако, можно выделить общие черты воздействия на компоненты окружающей среды.

Влияние от строительства магистральных трубопроводов на территорию ООПТ осуществляется при выбросе вредных веществ в атмосферу, загрязнении водотоков, повышении глубины залегания насыщенных водой пород и развитии неблагоприятных геологических процессов.

В основном влияние на почвенный покров во время изъятия земель из оборота (во временное или постоянное использование), что влечет за собой нарушенный рельеф, деградацию почв и их захламливание.

В период строительства выполняются такие работы, как снятие почвенного слоя, насыпи, выемка, перемешивание грунтов и планировка. В дальнейшем это негативно влияет на биогеоценозы, процессы, эволюционное развитие гидрогеологических, климатологических и других естественных процессов. Образуются такие нарушения рельефа, как канавы и борозды, происходит нарушение температурного состояния грунтов, ускоряется процессы заболачивания и эрозии, загрязнение отходами [2].

Загрязнение биоценозов способствует выявлению различных заболеваний и гибели животных и сокращению вегетативного развития растений.

Так как после окончания строительства активно развивается эрозия, то требуются специальные мероприятия по восстановлению растительного покрова.

Если говорить о воздействии на состояние воздушной среды, то в период проведения строительных работ, в атмосферный воздух выбрасываются различные вещества. Они образуются при работе строительной техники, а именно при работе экскаватора, думпера, движенииавтотранспорта, работепередвижных дизельных электростанций; сварочных работах, газовой резке металла, нанесении лакокрасочных покрытий, и т.п [2].

Пары нефтепродуктов поступают в атмосферу во время заправки топливных баков, взвешенные вещества попадают при работах с сыпучими материалами (щебень, песок), а при проведении покрасочных и изоляционных работ происходят выбросыдиметилбензола, метилбензола и других газообразных веществ. Выделение таких веществ, как оксид и диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, сажа, углеводороды (в том числе бенз(а)пирен, формальдегид) и др. происходит во время работы двигателей внутреннего сгорания техники и автотранспорта [2].

В процессе сварочных работ, производимых при укладке трубопровода и монтаже оборудования, в атмосферу выделяются оксид железа, марганец и его соединения, неорганическая пыль (на 20–70 % состоящая из оксида кремния SiO_2), газообразные фториды, оксиды азота и углерода [2].

В общей сложности в атмосферу попадает около 25–30 основных загрязняющих веществ, многие из которых обладают эффектом суммации воздействия. Объемы выбросов зависят от проводимых работ и оборудования, местонахождение источников выбросов меняется относительно передвижения техники. Выбросы в атмосферу в период строительства носят единичный характер, временную протяженность и значительную удаленность [2].

Мероприятие по снижению загрязнение атмосферы включают в себя снижение потребление горючего и уровня его выжигания и уменьшение концентрации и ядовитости выхлопов при работе движков строительных машин и автотранспорта. Для топлива должны использоваться только сорта горючего по ГОСТу [2].

Во время строительства на окружающую среду оказывают воздействие некоторые процессы, такие как земляные работы, например, приводят к шумовому и вибрационному влиянию. Также негативное воздействие оказывают наличие вторичных материалов обслуживания строительных машин и оборудования, мусор от демонтажа зданий, строительные отходы.

К процессам, негативно влияющим на поверхностные воды на этапе строительства трубопроводных объектов, можно отнести нарушение поверхностного стока и берегов рек в результате сооружения переходов через водные объекты или изменения существующего русла водотока, забор воды для использования в строительных работах, загрязнение поверхностных вод горюче-смазочными материалами (ГСМ) и другими загрязняющими веществами с территории

строительства, различные земляные работы на береговых участках, сброс сточных вод. Также при использовании гидротехнических сооружений во время проведения строительно-монтажных работ происходит вынос грунта, снижение его прочности и растворение, разрушение конструкции. Это происходит по причине сотрясений [2].

Ливневые и сточные воды, содержащие соединения железа, меди, нитраты, фенолы и другие вещества, выносятся с территории площадок строительства и тем самым загрязняют поверхностные воды.

Попадание сточных вод и ГСМ в водоносные слои приводит к изменению качества подземных вод, также происходит дальнейший вынос загрязняющих веществ в поверхностные водоемы. Существенно меняются условия обитания флоры и фауны, снижаются возможности использования воды данных объектов на хозяйственно-бытовые нужды, увеличиваются затраты на очистку воды перед ее использованием [2].

Негативное воздействие на водные ресурсы проявляется в гибели некоторых видов рыб и зоопланктона, временной потери мест обитания и нереста различных видов рыб. Выемка грунта и его обратная засыпка, забор воды на гидроиспытания интенсивно влияют на гибель мелких водных биоресурсов.

Шумовое и вибрационное воздействие от земснарядов и других механизмов, локальное воздействие ударных волн при проведении взрывных работ на скальных участках оказывает отпугивающее и беспокоящее воздействие на морских млекопитающих. Образующиеся различные отходы (обрезки труб, огарки электродов, бытовые отходы и др.) при ненадлежащей утилизации могут служить источником загрязнения [3].

Таким образом, из результатов анализа воздействия при строительстве трубопроводных объектов на ООПТ следует, что все компоненты окружающей среды оказываются под негативным влиянием.

Мероприятие по охране окружающей среды будут различаться в зависимости от конкретного объекта строительства, но выделяются общие действия.

Так для снижения воздействия почвенный покров необходимо соблюдать целостность занимаемой территории без дополнительного изъятия земель, минимизировать засорение отходами и нефтепродуктами, максимально сохранять существующие растительные насаждения и произвести компенсацию для животного и растительного мира, а также для водных биоресурсов [3].

Негативное воздействие на атмосферу снижается путем: применения горючего по ГОСТу, устройства пунктов мойки колес, соблюдения оптимальных режимов работы строительной техники, проведения контроля исправности техники, применения тентов при смешивании сыпучих материалов, перевозки строительных материалов и отходов в закрытых кузовах [3].

Для минимизации отрицательного влияния на водную среду необходимо использовать исправную технику без подтеков масла и топлива, запретить движение машин за пределами путей, оснастить стройплощадку мобильными контейнерами для отходов, осуществлять заправку топливом и ремонт автомобилей только в специально отведенных местах [3].

При проведении строительных работ с учетом соблюдения природоохранного законодательства, действующих экологических норм и правил, создании специального геоэкологического мониторинга, экологическая обстановка на территории ООПТ существенно не изменится. Также стоит отметить, что при правильной эксплуатации трубопроводов негативное воздействие сводится к нулю.

Литература

1. Федеральный закон № 33-ФЗ от 14.03.1995 г.: принят Государственной Думой 15 февраля 1995 г. Об особо охраняемых природных территориях. 1995. Ст.1. (дата обращения 17.12.2019).
2. Самсонов Р.О., Казак А.С., Башкин В.Н. Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. Москва. 2007. с.25 (дата обращения 15.12.2019).
3. Островская А.Н. Экологическая безопасность газокompрессорных станций. Часть 2. Воздействие системы транспорта газа на окружающую среду. Екатеринбург: Урфу. 2017. с.100 (дата обращения 15.02.2020).



Кабыш Олеся

Год рождения: 1996
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
магистрант группы №Т42102,
направление подготовки: 19.03.03 – Продукты
питания на белковой основе,
e-mail: olesya_kabush@mail.ru

Мануйлов Андрей Николаевич

Год рождения: 19..
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
аспирант,
направление подготовки: 19.03.03 – Продукты
питания на белковой основе,
e-mail: manu2@mail.ru



Яккола Анастасия Николаевна

Год рождения: 1983
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
аспирант,
направление подготовки: 19.03.03 – Продукты
питания на белковой основе,
e-mail: emailname@email.ru

Абрамзон Валерия Валерьевна

Год рождения: 1998
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы № Т,
направление подготовки: 19.03.03 – Продукты
питания на белковой основе,
e-mail: valeriaabramzon@yandex.ru

Гришина Евгения Сергеевна

Год рождения: 1983
Университет ИТМО, факультет пищевых биотехнологий и
инженерии, магистрант группы №Т42102
направление подготовки: 19.03.03 – Продукты питания на белковой
основе
e-mail: positrade@bk.ru

Наумов Игорь Александрович

Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
магистрант группы №Т41102,
направление подготовки: 19.03.03 – Продукты
питания на белковой основе,
e-mail: @email.ru



Куприна Елена Эдуардовна

Год рождения: 1956

Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

д.т.н., профессор,

e-mail: elkuprina@yandex.ru

УДК 591.53:639.38

КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ИЗ РЫБ СЕМЕЙСТВА ЛОСОСЕВЫХ С НЕРЕСТОВЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

О. Кабыш, А.Н. Яккола, А.Н. Мануйлов, В.В. Абрамзон,

Е.С. Гришина, И.А. Наумов

Научный руководитель – д.т.н., профессор Е.Э. Куприна

Работа выполнена в рамках темы НИР №617027 « Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

Проанализированы требования к физико-химическому составу, показана актуальность разработки технологии получения продуктов. Рассчитаны пищевая и биологическая ценности.

Ключевые слова

Функциональные продукты, нерестовые изменения, комплексная переработка, пищевая и биологические ценности, вторичные сырьевые ресурсы.

В настоящее время в концепции развития рыбной промышленности широкое применение получили безотходные технологии переработки рыбного сырья.

Лососевые составляют большую часть улова России. Однако особенностью Дальневосточных лососёвых рыб является то, что их жизненный цикл продолжается до первого нереста. После завершения процесса нереста рыба перестает питаться, получать и синтезировать белки, и витамины. Наступают изменения на уровне ДНК (вытягивается челюсть, вырастают зубы, меняется чешуя, скелет), но при этом они обладают ценным биохимическим составом, просто из-за внешнего вида не могут быть использованы для приготовления традиционной продукции. Таких рыб целесообразно перерабатывать с получением фарша, при этом наряду с фаршем образуются отходы в виде кожи, костей и голов, которые также имеют высокую биологическую ценность, так как содержат большое количество ценных аминокислот, ненасыщенных жиров, витаминов и минеральные вещества [1].

Целью данного исследования являлась разработка комплексной технологии переработки вторичных сырьевых ресурсов из рыб семейства Лососевых с нерестовыми изменениями на ООО «Тунайча» для увеличения рентабельности производства.

Задачи:

- провести маркетинговые исследования и выбрать виды продукции, пользующиеся повышенным спросом у населения ;
- исследовать состав сырья и отходов, получаемых из рыбы после ее переработки на неопрессе;
- разработать технологическую схему;
- рассчитать материальный баланс комплексной переработки кеты с нерестовыми изменениями и оценить себестоимость продукции.

Наиболее перспективным вариантом использования рыб семейства Лососевых с нерестовыми изменениями является комплексная технология переработки продуктов, получаемых из этой рыбы на неопрессе после обезглавливания, а именно фарш, кожа и костный остаток [2]. Увеличить рентабельность возможно путем организации безотходной технологии и производства продуктов с высокой добавленной стоимостью, пользующихся спросом у потребителя.

В результате маркетинговых исследований было установлено, что на потребительском рынке наибольшим спросом пользуются корма для животных премиум класса с функциональными свойствами изготовленные с использованием натуральных- продуктов с привлекательными органолептическими характеристиками (видимость составляющих компонентов корма и др), лакомства для собак и деликатесные снеки [3-5].

Исследованный физико-химический состав и энергетическая ценность фарша и отходов, приведены в таблице.

Таблица

Физико-химический состав и энергетическая ценность фарша и отходов

	Фарш из кеты с нерестовыми изменениями	Измельченные кости кеты после неопресса	Кожа кеты после неопресса
Белки, г/100 г	17	55	22,0
Жиры, г/100 г	4	3	5,3
Углеводы, г/100 г	0,5	0	0
ЭЦ, ккал/кДж	106,0 /443,5	247,0 /1033,5	–
Витамин D, мг/100 г	0,016	0,012	–
Витамин E, мг/100 г	0,7	0,2	–
Витамин B ₂ , мг/100 г	0,09	0,6	–
Витамин B ₆ , мг/100 г	0,025	0,5	–
Витамин C, мг/100 г	–	8,3	–
Кальций, мг/100 г	21	3700	–
Фосфор, мг/100 г	110	4200	–
Магний, мг/100	19	415	–

Из таблицы видно, что кости после неопресса содержат большое количество белка, а кожа наиболее богата жирами. Также измельченные кости имеют высокое содержание кальция и фосфора.

Для изготовления рыборастворительных консервов функционального назначения использовали:

- фарш из рыб семейства лососевых (кета) с нерестовыми изменениями по ГОСТ 814-96 «Рыба охлажденная. Технические условия» и костные отходы, полученные после переработке рыбы на неопресе по ТР ЕАЭС 040/2016 "О безопасности рыбы и рыбной продукции", ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»;
- крупа гречневая 3 сорта по ГОСТ Р 55290-2012 «Крупа гречневая. Общие технические условия», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»;
- крупа овсяная 2 сорта по ГОСТ 3034-75 «Крупа овсяная. Технические условия», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»;
- крупа ячменная перловая по ГОСТ 5784-60 «Крупа ячменная. Технические условия», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»;
- каппа-каррагинан фирмы ООО «ТК» Белстар» по ТР ТС 029/2012 «Технический регламент Таможенного союза. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»;
- воду питьевую по СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения". Вода, применяемая для технологических целей, по показателям качества и безопасности должна соответствовать питьевой воде.

Жестяная банка №5, 22 по ТУ ГОСТ 5981-2011 «Банки и крышки к ним металлические для консервов. Технические условия» [6].

Материальный баланс комплексной переработки кеты с нерестовыми изменениями представлен на рисунке.

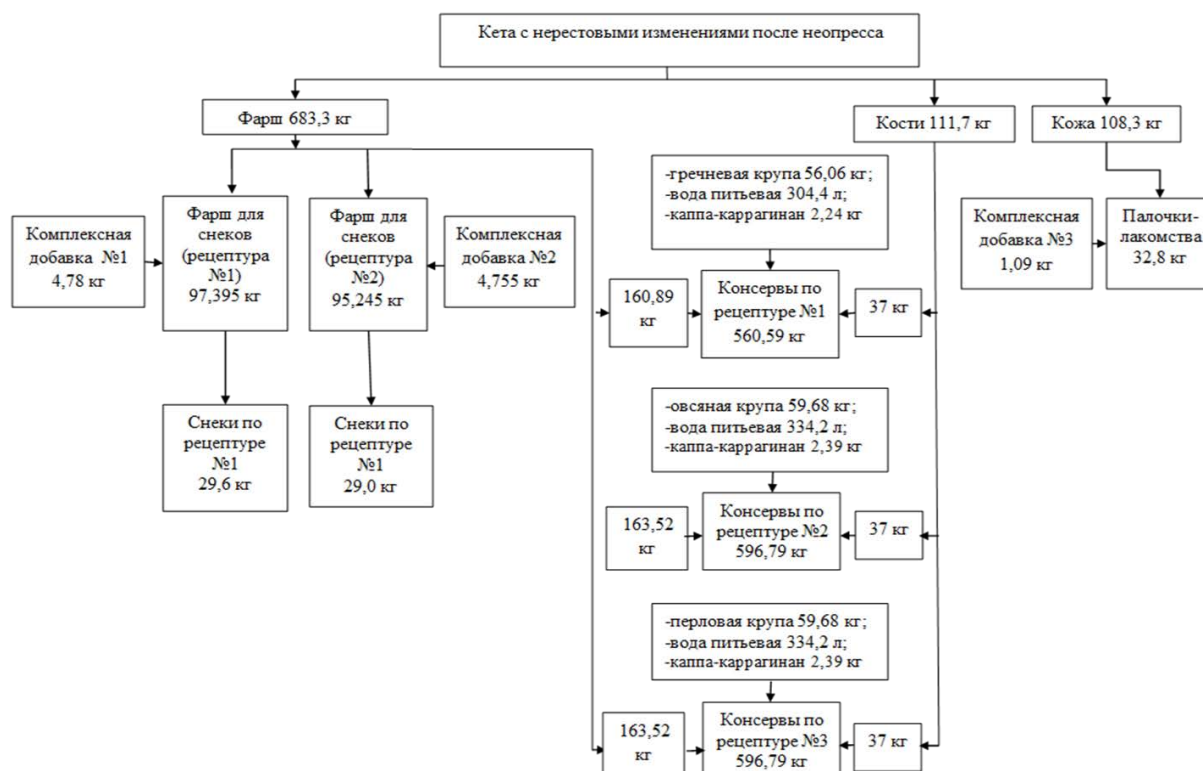


Рисунок. Материальный баланс кеты

После неопресса из одной тонны выход фарша составляет **41%** (683,3 кг), костей – **6,7%** (111,7 кг), кожи – **6,5%** (108,3 кг).

Выводы

В результате проделанной работы были исследованы свойства сырья и отходов от разделки рыб с нерестовыми изменениями, разработаны технологии получения и наработаны опытные партии продуктов, пользующихся спросом у населения и имеющих высокую добавленную стоимость (рыборастительные консервы из фарша лососевых рыб с добавлением костных отходов и круп, палочки-лакомства для собак из кожи рыб и снеки на основе рыбного фарша). Произведен расчет себестоимости, в соответствии с которым средняя себестоимость рыборастительных консервов – 68 руб/кг, палочек-лакомств для собак – 192 руб/кг, рыбных снеков – 860,5 руб/кг.

Литература

1. Безуглова А.В. Технология производства паштетов и фаршей/Касьянов Г.И., Палагина И.А. Учеб.-практ. пособие. М.: Ростов н/Д.: МарТ. 2004. 304 с.
2. Хохрин С.Н. Кормление собак. Учебное пособие / Хохрин С.Н., Рожков К.А., Лунегова И.В. М.: Лань. 2015. 288 с.
3. Авилов В.М. Ветеринарно-санитарные нормы и требования к качеству кормов для непродуктивных животных. Москва. 1997.
4. Кормление и болезни собак и кошек. Диетическая терапия / ред. Стекольников А.А. М.: СПб: Лань. 2005. 608 с.
5. Маслюк А.Н. М31 Практикум по кормлению собак: учебно-методическое пособие. Екатеринбург:УрГАУ. 2013. 52 с.
6. Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов. Том 1. СПб.:Судостроение. 2012. 160 с.



Кадникова Ольга Юрьевна

Год рождения: 1997

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы № Т41505с,

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

e-mail: Lelikkadnikova@gmail.com



Черезова Анастасия Сергеевна

Год рождения: 1997

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы № Т41505с,

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

e-mail: nastyahcas9797@mail.ru



Молодкина Нелли Ринатовна

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.т.н., доцент (квалификационная категория “доцент практики”),

e-mail: nrkh25@hotmail.com

УДК 504.054

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ Р. ВОЛКОВКИ

О.Ю. Кадникова, А.С. Черезова

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.Р. Молодкина

Аннотация

В работе рассмотрены результаты оценки экологического состояния малой реки (на примере р. Волковки) по ряду гидрохимических и органолептических показателей. Дана оценка гидроэкологической ситуации реки.

Ключевые слова

Экологическое состояние, ПДК, загрязнение, оценка качества вод, малые реки.

В настоящее время для России актуальна проблема создания полноценной системы экологического мониторинга, позволяющая оценивать качество воды, почвы и воздуха. Владение определенными показателями и сведениями профессиональных наблюдений, позволяет производить оценку воздействия промышленных предприятий на окружающую среду и проводить мероприятия, направленные на его снижение.

В связи с глобальным изменением качества водных систем под влиянием антропогенных и климатических факторов, проблема загрязнения воды стала

важнейшей международной задачей. Для ее решения очевидна актуальность проведения экологического мониторинга.

По количеству рек и каналов, общая протяженность которых составляет около 550 км, Санкт-Петербург занимает одно из первых мест в мире. Высокий уровень антропогенной нагрузки испытывают малые реки. В связи с нарушением санитарных норм, за счет несанкционированных стоков с территорий промышленных зон, загрязнения бытовым и строительным мусором, происходит нарушение природных экосистем рек в результате интенсивного загрязнения нефтепродуктами, тяжелыми металлами, различными видами удобрений и органическими соединениями. Это приводит к ухудшению качества вод не только малых водотоков, но и крупных рек, в которые они впадают.

Основной целью настоящей исследовательской работы являлось определение качества воды, почвы и растительности малого водотока – р. Волковки, вблизи 1-го Волковского моста Санкт-Петербурга. Для достижения поставленной цели были определены основные гидрохимические и органолептические показатели воды в реке, а также геохимические показатели почвы и растений. Определение проводилось согласно СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [1] и СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» [2]. Оценка состояния качества воды проводилась в соответствии с приказом «Об утверждении нормативов качества водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» [3].

Река Волковка протекает с юга на север во Фрунзенском районе, пересекает Волково кладбище и впадает в Обводный канал. В качестве объекта исследования река была выбрана в связи с тем, что она является частью рекреационной зоны города и оказывает прямое воздействие на здоровье населения.

В работе [4] была дана оценка состояния загрязненности р. Волковки и определены результаты исследования, которые показали превышение содержания ионов железа, нитритов и нитратов примерно в 2 раза. Также, в 2009 году в ходе проверки природоохранной прокуратурой было установлено, что филиал «Автобусный парк №1» СПб ГУП «Пассажиравтотранс», ЗАО «ХОРС», Учреждение Российской Академии наук Главная (Пулковская) Астрономическая обсерватория РАН осуществляли несанкционированный сброс отработанной воды в реку Волковка [5].

Анализируя данные, полученные в результате исследований отобранных проб, можно сказать, что концентрация нитрит-ионов составляла $3,8 \text{ мг/дм}^3$, в то время как ПДК составляет $0,08 \text{ мг/дм}^3$, что в 47,5 раз превышает показатели нормы. На значительное превышение нитрит-ионов могут оказывать влияние трупные яды, поступающие с Волковского кладбища, а также наличие стоков предприятий по обработке металлоконструкций. Содержание ионов аммония в анализируемых пробах превышало ПДК ($0,5 \text{ мг/дм}^3$) в 5,6 раза. Основными источниками поступления ионов аммония в водные объекты является наличие сточных вод предприятий химической промышленности. В 2009 году природно-охранной прокуратурой было установлено, что ООО «РЕСТАМП» по производству электрических ламп и осветительного оборудования, расположенный в водоохранной зоне р. Волковки, осуществляет сброс загрязняющих веществ без специального разрешения [5]. Градус цветности в анализируемых пробах превышал показатели нормы в 1,8 раз. Показатели нитрат-ионов и перманганатной окисляемости воды не выходили за пределы нормы в период исследований.

Также, нами был проведен отбор проб почвы для анализа на содержание тяжелых металлов и сопоставление результатов анализа с ПДК. Поглощение тяжелых металлов почвами значительно зависит от кислотности почвы (рН), при этом в

щелочной среде преимущественно сорбируется Cd и Co, в кислой – Zn, Pb, Cu. Было обнаружено, что исследуемые пробы почвы являются слабокислыми и их pH составлял 5,5. На основании полученных результатов, можно сделать вывод о том, что в исследуемых пробах превышено содержание мышьяка, никеля, свинца и цинка. Остальные показатели в период исследований не выходили за пределы нормы.

С целью анализа проб растительности, были отобраны такие растения как: Крапива двудомная (*Urtica dioica*), Клён остролистный (*Acer platanoides*) и Чистотел (*Chelidonium majus*). В результате исследований было установлено, что наибольшая аккумуляция тяжелых металлов у Клёна остролистного (*Acer platanoides*) выявлена по отношению к Zn, Cr.

В ходе проведенных исследований необходимо отметить, что на основании проведенного гидрохимического анализа реку Волковку следует отнести к загрязнённой, в связи с чем, она не пригодна ни для купания, ни для ловли рыбы. Для улучшения экологической обстановки водных объектов необходимо усилить контроль за соблюдением требований водоохранного законодательства и проводить постоянный экологический мониторинг показателей водоемов.

В дальнейшем будут продолжены исследования показателей р. Волковки за счет увеличения контрольных точек.

Литература

1. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».
2. СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы».
3. Об утверждении нормативов качества водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [Текст]: приказ Минсельхоз России от 13 декабря 2016 г. № 552.
4. Каурова З.Г., Гулина А.Н. Оценка экологического состояния и основные проблемы малых водных объектов на городских территориях на примере р. Волковка // Журнал: Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9–2. С. 231–233.
5. Прокуратура Санкт-Петербурга: Природоохранная прокуратура выявила загрязнителей рек Охта и Волковка [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://special.procppb.ru/news/2240-prirodoohrannaya-prokuratura-vyyavila-zagryazniteley-tek-ohhta-i-volkovka> (дата обращения: 02.02.2020).



Калашникова Елена Анатольевна

Год рождения: 1996

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы № Т42503,

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

e-mail: kalashnikova.elena.96@mail.ru



Сергиенко Ольга Ивановна

Год рождения: 1957

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.т.н., доцент,

e-mail: oisergienko@ya.ru

УДК 65.011.46

**ВНЕДРЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
КОФЕЙНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Е.А. Калашникова, О.И.Сергиенко

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

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».

Аннотация

В связи с ростом спроса на такой продукт, как кофе, многие кофейные заводы планируют расширение своих производственных мощностей. Это приводит к значительному увеличению потребления различных видов энергоресурсов. Для того чтобы сохранить энергию и тем самым экономить денежные ресурсы, необходимым является комплексные разработка и внедрение инженерно-технических мероприятий по энергосбережению. Одними из таких мероприятий являются наилучшие доступные технологии, которые рассматриваются в данной работе.

Ключевые слова

Энергосбережение, наилучшие доступные технологии, производство, кофейная продукция, эколого-экономический эффект.

Рынок кофе – один из стабильных рынков товаров повседневного спроса.

На данный момент в мире в промышленных масштабах выращивают два вида кофе – арабика и робуста, а также небольшое количество дорогостоящих сортов.

Кофе любят во всем мире, но больше всего его потребляют жители Финляндии и Дании, в этих странах на одного человека приходится около 11,8 кг в год данного продукта.

В России один житель в среднем выпивает 1,69 кг кофе. Основными потребителями являются жители мегаполисов, здесь же осуществляется наибольший процент продаж.

Рынок кофе считается быстро растущим и находится в стадии динамичного развития. Каждый год происходит расширение ассортимента как натурального, так и растворимого кофе, это свидетельствует о том, что производство данного вида продукта в России является одним из наиболее перспективных [1].

Главная тенденция на сегодняшнем рынке кофе – расширение объемов производства. Это, в свою очередь, приводит к увеличению потребления большого числа ресурсов. Чтобы сохранить энергию и сократить потребление ресурсов необходимо рассмотреть весь процесс производства, найти участки, которые требуют внимания, и выбрать инструменты для повышения энергоэффективности производства данной продукции.

Технология получения кофе включает следующие стадии: обработка и обжаривание зеленых зерен; получение кофейного масла; получение молотого кофе; экстракция; глубокая заморозка, размалывание и просеивание; сублимационная сушка; упаковка полуфабриката и продукции в транспортную тару.

Рассмотрим первый этап: наиболее энергоемким на этой стадии является маркерный процесс обжаривания в роторных установках. Барабанная обжарочная машина PROBAT типа R 3000 R – LT в автоматическом режиме обеспечивает обжарку и охлаждение партий кофе. Продолжительность обжарки и охлаждения выбирается в зависимости от сорта кофе и требуемой степени обжарки.

При сравнении со справочным документом по НДТ в пищевой и молочной промышленности для кофейного производства (BAT Reference Document in the Food, Drink and Milk Industries – Coffee manufacturing) можно сделать вывод, что технология соответствует НДТ (таб. 1) [2].

Таблица 1

Сравнительный анализ характеристик обжаривания

Характеристика	Нормативная	Фактическая	BREF [2]
Время	8-12	9-10	3-15
Размер партий, кг	480-600	500-600	–
Мощность, кг/ч	1600-3000	2000-3000	4000
Температура	0-300	210	200-250

На стадии получения молотого кофе используется валковые мельницы. Данные этапы являются менее энергозатратными, по сравнению с первой стадией, и в справочнике по НДТ эти процессы не рассмотрены.

На участке экстракции перед «замачиванием» кофе, происходит промывка экстракционных колонн. Вода в систему подается централизованно – от заводской магистрали, подающей воду из котельной. Опираясь на ИТС 48-2017 (Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности) [3], следует сократить расход воды, используя вторичный энергоресурс, конденсат. Зная расход воды на промывку экстракционных колонн и количество циклов в год, можно сократить потребление воды на 2,52% (таблица 2).

На участке экстракции образуется кофейный жмых, который также можно использовать как вторичный энергоресурс, например, для получения пара. Как показывает химический и теплотехнический анализ жмыха, он характеризуется низкой зольностью, обладает теплотворной способностью и может быть использован в качестве топлива для котельной при ее оснащении котлом с псевдоожиженным

(«кипящим») слоем. При этом процесс сгорания происходит максимально эффективно, с минимальным образованием токсичных выбросов (таб. 2).

Таблица 2

Годовая экономия проекта

Название проекта	Годовая чистая экономия, тыс. руб./год	Экологический эффект, т/год (% снижения)	Инвестиции, тыс. руб.	Срок окупаемости, год
Замена процессной воды на конденсат при первичной мойке колонн	519,7	15 092,3 (2,52)	91,2	0,2
Утилизация кофейного жмыха с получением энергии	26 267,3	38 095 (100)	16 958,5	0,7

На основе сбора информации по оборудованию и потребляемым ресурсам были выявлены наиболее энергоёмкие и сложные процессы, для замены и стабилизации которых требуется тщательный анализ и дополнительные ресурсовложения. Расчетные данные показали, что замена процессной воды на конденсат позволяет сократить расход воды на 15 092,3 т/год. Утилизация кофейного жмыха дает экономический эффект 26 267,3 тыс. руб. в год и сокращает размещение отходов на 38 095 т/год.

В дальнейшем планируется рассмотреть другие энерго- и ресурсоемкие этапы технологического процесса, предложить НДТ для внедрения на кофейном производстве и рассчитать соответствующие снижение углеродного следа и показатели экономической эффективности, данные о которых в настоящее время в справочных документах отсутствуют.

Литература

1. Семенова Ю.В. Структура и перспективы развития рынка кофе в России // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. Орел: Орловский государственный университет экономики и торговли. 2019. №11. С. 111-113.
2. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Food, Drink and Milk Industries. 2019. [Электронный ресурс] // URL: <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/fdm.html> (дата обращения: 13.01.2020).
3. ИТС 48-2017. Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности. 2017 [Электронный ресурс] // URL: <http://burondt.ru/> (дата обращения: 14.01.2020).



Kantsulina Anastasia Maximovna

Year of birth: 1997

ITMO University,

master student №Т4152с.,

specialty: 18.03.02 – Energy and resource saving processes
in chemical technology, petrochemistry and biotechnology,

e-mail: marina-nastia08@mail.ru



Pavlova Anastasia Sergeevna

Year of birth: 1987

ITMO University,

phd in Economics, senior lecturer,

e-mail: nastya.s.pavlova@gmail.com

УДК 504.75.06

SOCIAL ASPECT OF CIRCULAR ECONOMY IN TEXTILE INDUSTRY IN RUSSIA, CHINA, LATVIA AND SPAIN

A.M. Kantsulina

Principal Investigator – phd in economics, senior lecturer A.S. Pavlova

The research was developed in frame of CREA-RE-RU project (Creating aligned studies in Resource Efficiency in Sweden and Russia).

Annotation

The aim of this paper is to present the results of CREA-RE-RU project, which deals with circular economy and resource efficiency development. The project investigated following key points: assessment of public awareness in the field of textile industry, the possibility of changing standard behavior to change the environmental situation within the textile industry, as well as comparing the behavior of people in China, Spain, Latvia and Russia to understand the impact of different social conditions.

Keywords

Circular economy, resource efficiency, textile industry, environmental awareness, textile waste, waste management.

The textile industry is in second place on the list of the most polluting industries. The “fast” fashion makes us consume very quickly and the average time of the duration of using one thing does not exceed one year. Cotton and polyester are the most used fabrics in the manufacture of clothing, this raw material is used in 85% of clothing produced [1]. Polyester is made from crude oil, and for the production of cotton for one T-shirt size M requires 2.7 thousand liters of water. Such an amount of water is required for a person for 3 years of life. [2] In addition, fabrics are dyed with chemical dyes, and the amount of CO₂ emissions in the textile industry is 1 billion tons annually. [3] These facts caused the beginning of our study, the main purpose of which is to find out the level of awareness of the population of Russia,

Spain, China and Latvia, as well as to learn about the willingness of people to change to change the current situation. These countries were chosen as the basis for the study, as they are the countries of residence for the participants who worked on the project.

The main producers of cotton fabrics are China (30% of world production), India (10%), USA, Russia, Brazil, Italy, Japan, Taiwan, Germany, France. The leading producers of wool and woolen fabrics are Australia, New Zealand and China. And in the production of the most expensive silk fabrics, with the absolute leadership of the United States (over 50%), the share of Asian countries, especially India, China and Japan (over 40%), is also very large. [4] Spain and Latvia are not included in the list of countries with a developed textile industry, thus a survey in these countries will let us understand the level of public awareness regarding the textile industry in countries in which this industry is not so developed [5].

The survey involved 800 people (400 people from Russia, 150 from Latvia, 100 from China and 150 from Spain). About the same number of men and women of all age groups took part in our survey. The average age of the respondents is presented on the fig. 1.

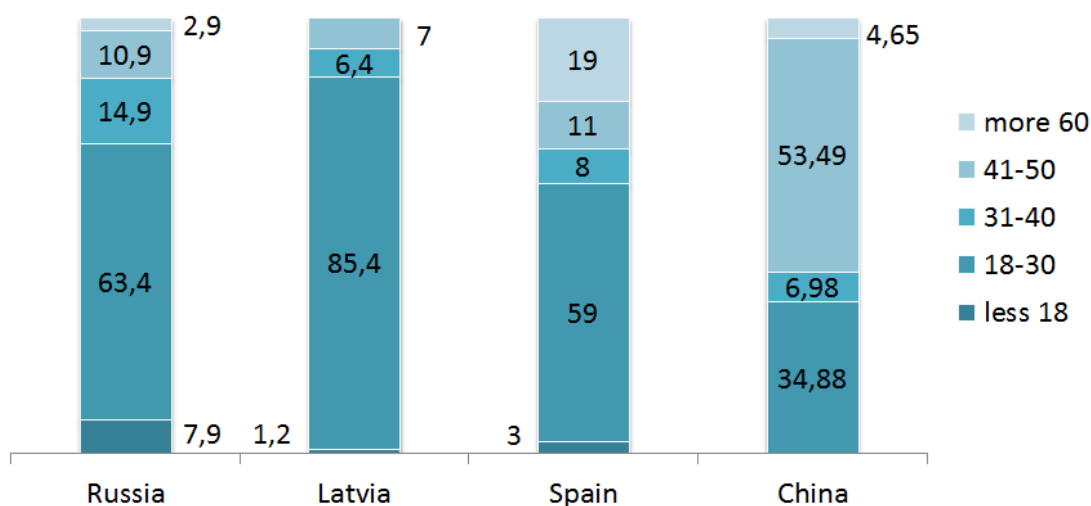


Fig. 1. Average age of the respondents, %

According to the results of the survey, it was revealed that most of the respondents were aware of world environmental problems and the destructive role of the textile industry (more than 60% of respondents in three countries answered about awareness about this problem). Only respondents from China did not know about this (79% of people expressed ignorance).

Then I learned from people what they are doing with clothes that they no longer need; here in different countries very different “favourite” answers were observed. For example, in Russia, the most popular answers were “I take them to a summer country house” and “use them as a rag for mopping”. The option “I give it for processing” gained only 19% in Russia. And in Latvia, the most popular answers were “I give them to charity” and “Throw things away.” Only 1.2% of the people surveyed attribute things to recycling in Latvia. In China, the situation is similar to Latvia, things are basically all donated to charity, and whether 9.3% of all respondents donate to recycling. In addition to these options, people still gave very interesting answers, among which “I’m not doing anything”, “I use it as a filler for bags”, “I burn it for pagan holidays”. It is worth adding that in all countries the popular answer was “give to friends/sell”. It is interesting to note that the majority of respondents answered “yes”

to the question “are you ready to give your clothes for processing”? (fig.2) In Russia, they want to give over 90% for processing, in Spain 86%, in Latvia 82% and in China, the lowest value, 63%. It turns out people want their things to be recycled into new ones, but they have no way to transfer their things to production. Perhaps, if you establish logistics, inform people about the location of collection points and add some nice bonus, the percentage of people who give things for recycling can grow significantly.

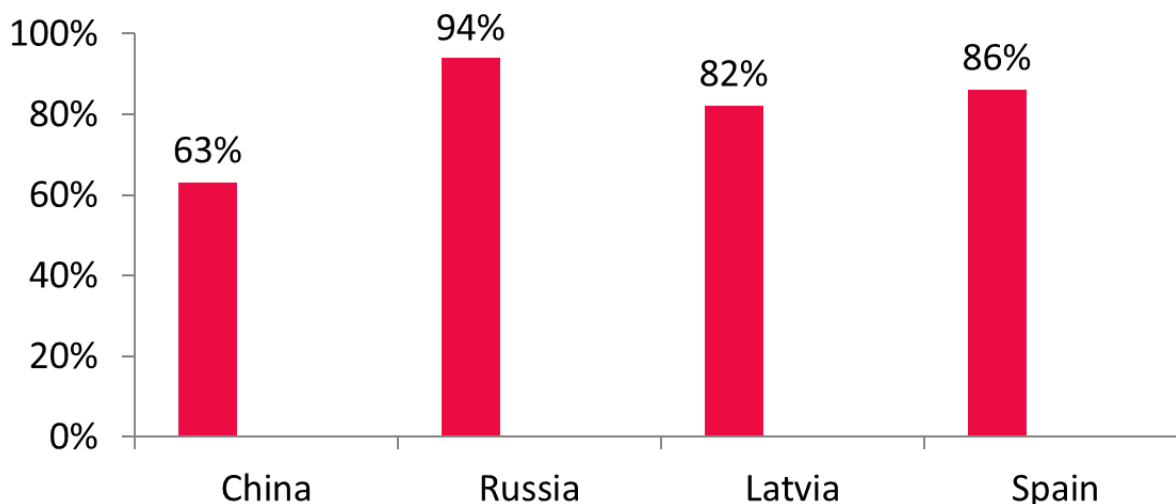


Fig. 2. The willingness to give things to plants

The next question was about where consumers “throw” their unsuitable clothes, we decided to ask what clothes they buy. The most important thing when buying a new item was quality for the residents of Russia and China (74 and 44%, respectively), but for the residents of Latvia and Spain, the most important was the price (53% in Spain and 49% in Latvia). In addition to these characteristics, people also indicated “compliance with fashion trends”, “price/quality ratio” and how the thing looks directly at the buyer. Do customers think about the environmental impact of buying, using and disposing of clothing? Opinions were divided in different countries, more than half think about the environment in Spain and China, and more than 60% of respondents do not think about it in Latvia and Russia. But what if a thing is torn or dirty, will it be repaired or just bought a new one? In all countries, people preferred to take the broken thing for repair or try to fix it themselves. Although there were those who would prefer to buy a new thing, but for someone, how to act very much depended on the thing itself.

Further, we learned whether people are able to refuse a large number of things in the wardrobe in favour of a “capsule wardrobe” (a minimum of things that can be combined with each other for a long time) to reduce environmental pollution (fig. 3). The left table shows us the number of people who agree to switch to using a «capsule wardrobe», and the right column shows us the number of people willing to try to choose a «capsule wardrobe» using the services of a free stylist. It turns out a very interesting picture, people are not against a wardrobe with a small amount of things and are ready to refuse “random” purchases, but only if a specialist helps them. Now there are consultant sellers in the stores, but they advise only on the assortment offered in their store and are interested in the buyer making purchases only in their store. But a quality wardrobe cannot be assembled in one store. To select a “capsule” wardrobe, you need to make purchases in different stores, find the best quality goods in each and at the same time make it so that all things are fully combined with each other. To do this, you need to have knowledge in the field of wardrobe selection, as well as spend a lot of time comparing one segment of things. Unfortunately, people in all countries do not have such an

opportunity. There are specialists who are ready to help for an additional (and usually quite large) fee, but few are willing to pay for it. In addition, it is difficult to find a specialist who will definitely do the way you like, but nobody wants to spend money and not get a good result. This problem is difficult to solve, but perhaps soon stylists will gain more popularity and people will no longer be afraid to use their services.

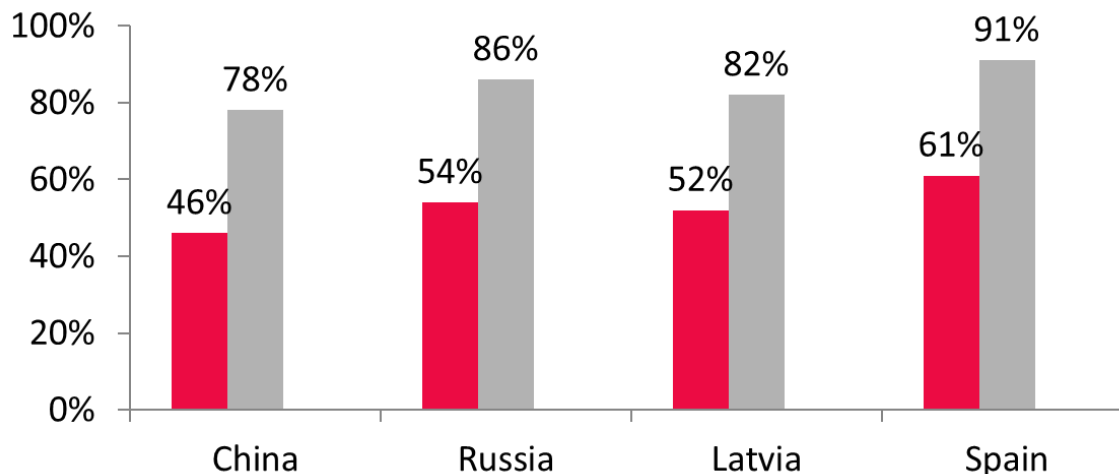


Fig. 3. The capsule wardrobe was composed with stylist

Turning to the topic of the environment, we asked people about their willingness to buy things from recycled materials, but we immediately understand that these things would be more expensive than the same, but from raw materials. Since many do not understand why things made from recycled textiles are more expensive, we immediately explained that processing things is a very time-consuming and expensive process, but it is very important to do this in order to reduce the harmful effects on the environment. So, almost all respondents answered no, for example, in Russia their number reached 66%, 62% in Latvia, 47% in China and 41% in Spain. Those who agreed that their opinion would depend on the magnitude of the price difference. Many also said that it would be possible to minimize this difference if the stores accepted “old” clothes and gave a discount on new ones. Buyers could take unnecessary items to the store and subsequently buy items from recycled materials.

At the end of our survey, we asked respondents whether they are ready to use things together, for example, using existing Internet services. After all, many things go out of fashion very quickly, and something we need only once. Unfortunately, many found this idea negative. In Russia, 59% of respondents said they would not use such services, in China their number reached 81.5%. But in Latvia people are ready to try and 55% supported. 70% of people in Spain are already ready to use such services. Sharing equipment is already practiced in many European countries, for example, in Finland. There are already many services that help exchange things, but unfortunately, this has not yet become popular. We change clothes with friends and family and that’s enough for us. Many are too squeamish for this, someone does not like the idea of ordering something and waiting because it is very difficult to get into the mood if the thing needs to wait more than a day.

Summarizing all the information received, we can draw short conclusions on several aspects:

- 1) in order to increase the amount of recycling the textile waste, serious changes need to be implemented in all of the four countries. Better infrastructure, more environmental education activities and bigger involvement from the governments are a must to stop the waste of textile materials, natural resources and pollution of the Earth;

2) the citizens of Finland, Latvia, Russia and Spain are not fully aware of their impact on our planet with their consumption, tho after getting more knowledge about it, they are willing to change;

3) despite the fact that in all of the four countries a big amount of the textiles collected get donated to charities or people in need, a vast majority of textile materials still gets incinerated or buried in landfills;

4) the main focus should be on the consumption. In our survey we found out that most of the people are ready to try the “capsule wardrobe” - few items of high quality that can be combined together in different ways, which means that the amount of clothing purchased every year would drop significantly, therefore lowering the impact on the planet and decreasing the waste of textile materials and natural resources;

5) it is very hard or even impossible to find exact numbers of textile material disposed in landfills or burned in incinerators, since there is no track kept of the amount of textile waste handled. I think that this should be fixed in order to understand the real situation and start working on decreasing the amount of wasted textile.

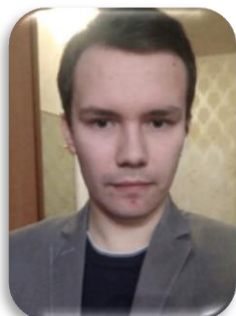
Take everything into consideration, we wanted to show that the population of different countries is already ready for change. Many people know about environmental problems and want to deal with them, once the infrastructure is created for this. Now an important task is to encourage people to change their lives in favour of, perhaps, less comfortable conditions (buying more expensive items, transferring used items for recycling) in favour of improving the environmental situation in the world. An integrated approach is certainly needed here, because if we work only with the opinion of the population, but don't provide opportunities for the disposal of textiles or reduce consumption, it is unlikely that anyone will do it. The reverse situation is the same, if we deal with only one infrastructure, we will not achieve a positive result. In addition, a positive effect can be achieved in the future through dialogue with children. The modern generation, for the most part, is not ready for sharing. Reducing consumption is the main task now.

Reference

1. Green world [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https:// www.rbc.ru/trends/green/5d6698179a79475d5428f7d9](https://www.rbc.ru/trends/green/5d6698179a79475d5428f7d9) //, своб.
2. Textile ruin: 800,000 tons of clothes go to waste every year [Электронныйресурс]. Режимдоступа: <https://www.elagoradiario.com/economia-circular/la-ruina-textil-800-000-toneladas-de-ropa-van-a-la-basura-cada-ano/>, своб.
3. Textile processing in Russia [Электронныйресурс]. Режимдоступа: <http://xn--11-nmc.xn--plai/news/pererabotka-tkani-i-utilizaciya-tekstilya-v-rossiyy/>, своб.
4. Textile all over the world [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://geographyofrussia.com/legkaya-promyshlennost-mira/> /, своб.
5. Spanishlandscapes [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.residuosprofesional.com/residuos-textiles-terminan-vertederos/> /, своб.



Коваленко Анатолий Николаевич
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
д.т.н., профессор;
ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН, центр физики наногетероструктур,
д.т.н., профессор, в.н.с.
e-mail: ras-kan@mail.ru



Коптюхов Артём Олегович
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
аспирант,
направление подготовки: 05.11.01 – Приборы
и методы измерения (по видам измерений),
e-mail: artem@itmo.ru

УДК 539.1.075

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ЛОВУШКИ РАСПЛАВА КОРИУМА ПРИ ТЯЖЕЛЫХ АВАРИЯХ АЭС

А.Н. Коваленко, А.О. Коптюхов

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Н. Коваленко

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ №19-08-01181 «Теплофизические аспекты моделирования процессов фазовых превращений в охлаждаемом расплаве высокотемпературного кориума при тяжелых авариях реакторов на АЭС».

Аннотация

Работа посвящена реализации математической модели для решения взаимосвязанных задач в области процессов фазовых превращений в охлаждаемой ловушке расплава высокотемпературного кориума при его взаимодействии с жертвенным материалом за счет прямой стыковки математической и физической (физико-химической, включая использование формул химических реакций) постановки задач переноса массы и энергии, а также анализа структурных деформаций в различных средах.

Ключевые слова

Тепломассобмен, фазовые превращения, химически реагирующие системы, расплав кориума, жертвенный материал, устройства локализации, компьютерное моделирование, тяжелые аварии на АЭС.

Наиболее популярными в мире считаются разработанные в СССР водно-водяные ядерные энергетические реакторы (ВВЭР) [1]. Основным преимуществом в области безопасности реакторов ВВЭР является двухконтурная схема охлаждения тепловыделяющих элементов. Второй контур является границей распространения радиоактивных веществ при авариях, например произошедшей в США на станции Три

Майл Айленд. При расплавленной наполовину активной зоне реактора, последствия для людей и окружающей среды были незначительными. Однако существенным недостатком является цирконий в оболочке тепловыделяющих элементов. При контакте с водой образуется большое количество взрывоопасного водорода. В случае, если произойдет взрыв, может быть поврежден защитный корпус энергоблока, что и произошло на кипящем водно-водяном реакторе в Японии на АЭС Фукусима [3]. Для предотвращения образования водорода при расплаве активной зоны реактора в электростанциях с реакторами типа ВВЭР нового поколения планируется наличие устройств локализации расплава.

Задачей устройства локализации расплава является локализация расплава активной зоны реактора в подреакторной шахте. Для реакторов ВВЭР существует конструкция ловушки, охлаждаемой водой и наполненной жертвенным материалом. При взаимодействии расплава активной зоны с жертвенным материалом происходит эндотермическая реакция окисления циркония, что уменьшает генерацию водорода и уменьшает температуру расплава. Конструкция ловушки описана в [4].

Основной трудностью такого типа локализации расплава является разогрев расплава топлива за счёт остаточного тепловыделения, что может привести к кипению диоксида урана [5]. Ввиду сложности данной системы процесс обоснования безопасности затруднен.

Для преодоления трудностей обоснования тигельного типа устройств локализации расплава была предложена вычислительная модель в виде задачи Стефана с изменяющимися границами раздела фаз, сводящаяся к задаче тепло-массообмена в вещественной среде при подвижных источниках теплоты эндотермического разложения плавящегося жертвенного материала и теплоты экзотермических реакций химического взаимодействия с жертвенным материалом неокисленного циркония. Расчет вычислительной модели осуществляется в программном пакете COMSOL MULTIPHYSICS методом конечных элементов.

На основании полученной модели были проведены исследования температурных полей ловушки, описанной в [2]. Результаты распределения температуры по высоте и по радиусу на границе металл-кориум в различные моменты времени представлены на рисунке.

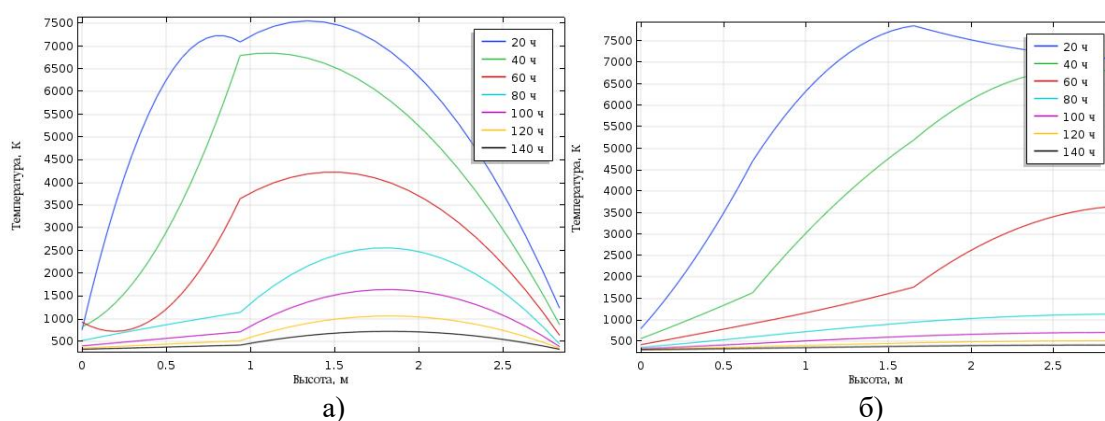


Рисунок. Распределение температуры а) по высоте б) по радиусу на границе жидкого металл и кориума в ловушке тигельного типа для локализации расплава активной зоны при запроектной аварии на АЭС.

Результаты численного моделирования показывают, что при создании эффективного отвода тепла со всей поверхности ловушки, для диаметра ловушки 6120 мм и высоты 2740 мм градиент температур составляет $7 \cdot 10^3$ К при температуре на

поверхности жидкого расплава кориума 1400К. При этом происходит охлаждение расплава со скоростью 75 К/ч.

Литература

1. Андрюшин И.А., Чернышёв А.К., Юдин Ю.А. Укрощение ядра. Страницы истории ядерного оружия и ядерной инфраструктуры СССР. Саров. 2003. С. 354. 481 с.
2. Samuel J. Walker. Three Mile Island: A Nuclear Crisis in Historical Perspective : [англ.]. Berkeley: University of California Press. 2004. 317 p.
3. Radiological protection issues arising during and after the Fukushima nuclear reactor accident / Abel J Gonzalez, Makoto Akashi, John D Boice Jr et al // Journal of Radiological Protection. 2013. Vol. 33, № 3.
4. Пат. 2514419 Российская Федерация, МПК G21C 9/016. Устройство локализации и охлаждения кориума ядерного реактора / Безлепкин В. В.; заявитель и патентообладатель СПб. ОАО "Головной институт "ВНИПИЭТ" № 2012124161; заявл. 20.02.14; опубл. 27.04.14, Бюл. № 23 (II ч.). 11 с.
5. Удалов Ю.П., Федоров Н.Ф., Соловейчик Э.Я., Павлова Е.А., Новые функциональные оксидные материалы для ядерного реакторостроения. Хим. Пром. 2003. т. 80. №12. с. 3–9.



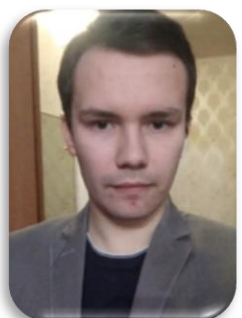
Серебров Анатолий Павлович
НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ,
отделение нейтронных исследований,
д.ф-м.н., г.н.с.,
e-mail: serebrov_ap@pnpi.nrcki.ru



Лямкин Виталий Александрович
НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ,
отделение нейтронных исследований,
м.н.с.,
e-mail: lyamkin_va@pnpi.nrcki.ru



Коваленко Анатолий Николаевич
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
д.т.н., профессор;
ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН,
центр физики наногетероструктур,
д.т.н., в.н.с.,
e-mail: ras-kan@mail.ru



Коптюхов Артём Олегович
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
аспирант,
направление подготовки: 05.11.01 – Приборы
и методы измерения (по видам измерений),
e-mail: artem@itmo.ru

УДК 539.1.075

**ТЕПЛОВЫЕ РЕЖИМЫ УСТРОЙСТВА ВВОДА
УЛЬТРАХОЛОДНЫХ НЕЙТРОНОВ ДЛЯ РЕАКТОРА ПИК**
А.П. Серебров, В.А. Лямкин, А.Н. Коваленко, А.О. Коптюхов
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Н. Коваленко

Аннотация

Работа посвящена техническим аспектам получения сверхтекучего гелия при низких температурах для нужд фундаментальной физики. Предлагается схема получения сверхнизких температур гелия для устройства ввода ультрахолодных нейтронов с

использованием теплообменника. Актуальность данного научного направления обусловлена необходимостью повышения статистической точности экспериментов с ультрахолодными нейтронами за счёт снижения температурных потерь.

Ключевые слова

Ультрахолодные нейтроны, реактор ПИК, «новая физика», универсальная теория слабого взаимодействия.

Общепринятая Стандартная Модель, описывающая взаимодействия в физике элементарных частиц имеет ряд теоретических проблем и необъясненных экспериментальных наблюдений. Поэтому Стандартная Модель считается незавершенной теорией и постоянно модифицируется. Модифицированные теории называются «новой физикой». Наиболее признанные ищут свои подтверждения на Большом Адронном Коллайдере или в экспериментах с ультрахолодными нейтронами на исследовательских реакторах. Примером такой теории является универсальная теория слабого взаимодействия, доказывающая экспериментально подтвержденное нарушение Р-симметрии. Согласно этой теории адронный ток может быть представлен суммой кварковых токов, определяемых матрицей Кабиббо — Кобаяши — Маскавы [1]. Для проверки унитарности этой матрицы необходимо прецизионно измерять время жизни нейтрона, а также отношения аксиальной и векторной констант слабого взаимодействия. В последние годы в экспериментах с ультрахолодными нейтронами достигнута относительная точность измерения констант слабого взаимодействия составила 0,67% [2]. Однако её недостаточно. Для увеличения точности необходима более высокая плотность ультрахолодных нейтронов, находящихся в экспериментальных установках. За это отвечает устройство ввода ультрахолодных нейтронов. На текущий момент в мире ожидается увеличение статистической точности за счёт использования нового принципа получения ультрахолодных нейтронов: замедлению холодных нейтронов в сверхтекучем гелии за счёт энергетического обмена между нейтронами и фононами. Потери ультрахолодных нейтронов при применении такого метода будут зависеть от температуры сверхтекучего гелия. Наибольшей плотности ультрахолодных нейтронов можно будет достигнуть при меньшей температуре. Поэтому при проектировании устройств ввода ультрахолодных нейтронов необходимо обеспечить как можно меньшие температуры сверхтекучего гелия в условиях реакторных тепловых нагрузок. На реакторе ПИК НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ в Гатчине планируется размещение устройства ввода ультрахолодных нейтронов вблизи активной зоны реактора. Это устройство представляет собой жидкий дейтерий для замедления реакторных нейтронов и сверхтекучий гелий в вакуумной изоляции. Тепловые потоки от реакторного излучения на камере со сверхтекучим гелием составят 1,7 Вт. Радиационное тепло от гелия планируется отводить через теплообменник гелием-3, температура которого будет поддерживаться вакуумной откачкой на температурном уровне 0,9 К. Такой метод имеет выигрыш в давлении насыщенных паров на порядок, что даёт возможность получить меньшую температуру. И это важно, не смотря на то что при этом увеличивается стоимость устройства за счёт дороговизны гелия-3 и наличия теплообменника. Схема технологического комплекса по получению сверхтекучего гелия с использованием теплообменника показана на рисунке.

Изотопно чистый гелий из ресивера, проходя через серию теплообменников в криостате конденсируется в ванне. Путем откачки паров гелия-3 достигается предварительная температура 1,5 К. Далее гелий-3 поступает в камеру устройства ввода ультрахолодных нейтронов, где будет охлаждаться до 0,9 К за счёт вакуумной откачки и при этом отводить радиационное тепло от камеры источника с гелием-4 через теплообменник в нейтроноводе.

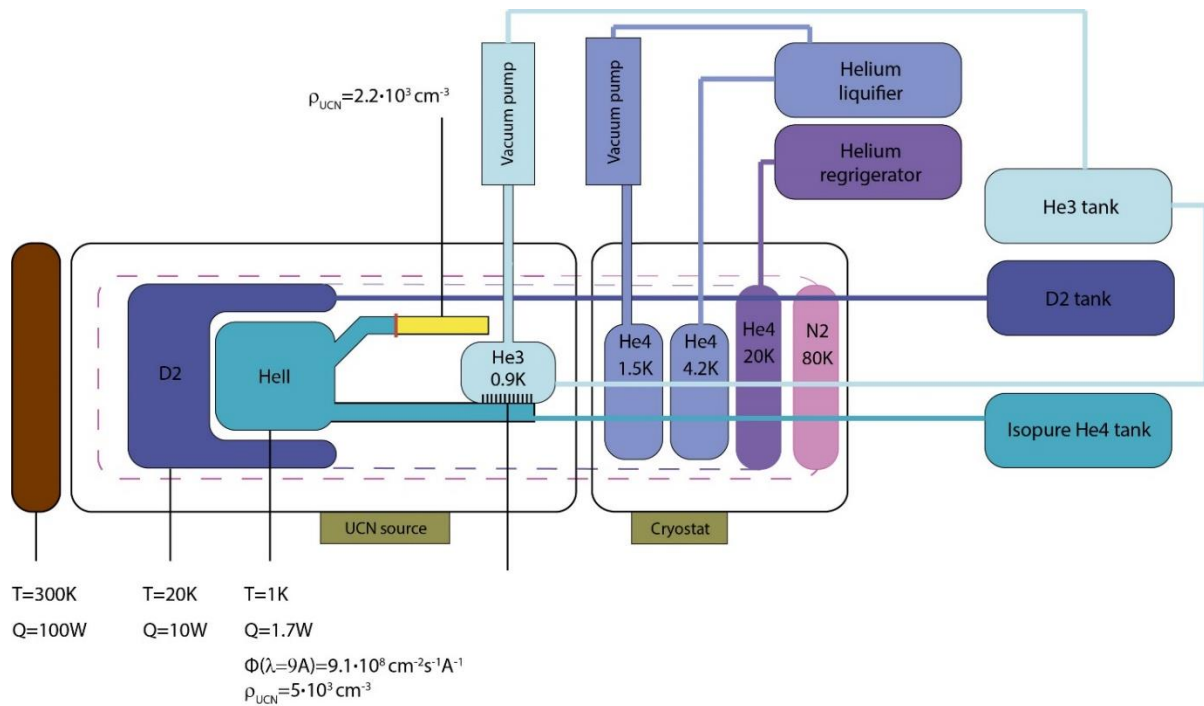


Рисунок. Схема получения сверхтекучего гелия для устройства ввода ультрахолодных нейтронов

Литература

1. Tanabashi M. et al. (Particle Data Group) Review of Particle Physics. Phys. Rev. D 98, 030001. 2018.
2. Brown M. A.-P., Dees E.B., Adamek E. et al., New result for the neutron β -asymmetry parameter A_0 from UCNA. PRC 97. 035505. 2018.



Кованов Александр Викторович
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
аспирант,
направление подготовки: 05.04.03 – Машины и аппараты,
процессы холодильной и криогенной техники, систем
кондиционирования и жизнеобеспечения,
e-mail: kovanov76@yandex.ru



Пронин Владимир Александрович
Год рождения: 1946
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
д.т.н., профессор,
e-mail: vapronin@itmo.ru

УДК 621.514

ОБЗОР РЫНКА СПИРАЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ, НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ

А.В. Кованов

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

Аннотация

В работе рассматривалась спиральная технология получившая распространение в компрессоростроении, в конце двадцатого столетия. Здесь описаны преимущества спирального компрессора, которые определили область его применения, а также тренды, задающие и обуславливающие вектор развития технологии в данном направлении в целом. В частности, показаны наиболее актуальные направления исследований, как в теоретических изысканиях, так и производственных усовершенствований. Представлены масштабы производства и применения спирального компрессора.

Ключевые слова

Спиральный компрессор, рынок, производство, применение, развитие, тренд.

Уровень востребованности любой технологии, область её применения, диктуется конъюнктурой рынка и пропорциональна степени совершенствования. Так, говоря о спиральном компрессоре (СПК), следует знать, что это высокотехнологичное изделие, появившееся в серийном производстве, лишь в середине 80-х гг., прошлого столетия, благодаря прогрессу в станкостроении. СПК относится к типу роторных машин объёмного принципа действия малой и средней производительности, составляя конкуренцию в основном поршневым, ротационным и винтовым компрессорам, с учётом области производительностей мощностей. Применительно к холодильной технике, именно в этом мы рассмотрим СПК, диапазон его холодопроизводительности варьируются от 0,75 до 45 кВт и постоянно расширяются, в случае

многокомпрессорной станции можно получить около 200 кВт холодильной мощности и даже более (рис. 1).



Рис. 1. Схема классификации компрессоров объёмного принципа действия

К особенностям спирального компрессора, определяющим сферу его применения можно отнести: широкий рабочий диапазон, эффективность, сравнимая с полугерметичными компрессорами, и превосходство над герметичными моделями при низкотемпературном применении, плавная работа, позволяющая осуществлять постоянное сжатие и малое количество движущихся частей, соответственно высокая надежность, достигаемая в том числе с помощью прецизионной обработки рабочих элементов и дополняемая различными конструктивными ноу-хау производителей. Следует отметить очевидное преимущество в массогабаритных показателях, а также незначительное звуковое давление и вибрацию. Благодаря чему СПК используют во всех основных системах воздушного кондиционирования, включая сплит и мульти-сплит модели, напольные версии, в чиллерах, руф-топах и тепловых насосах.

Типичным применением является кондиционирование воздуха в квартирах, на кораблях, фабриках и больших зданиях, также на АТС, в процессах охлаждения и на транспорте. Холодильные спиральные компрессоры широко используются в компрессорно-конденсаторных агрегатах, в системах "выносного холода" супермаркетов, в промышленном холоде и в транспортных установках, включая контейнеры [1].

Надо сказать, что на сегодняшний день развитие мирового рынка компрессорного и вентиляционного оборудования, обусловлено некоторыми трендами, выделим и рассмотрим два основных.

Экологический тренд, выражен принятием в ряде стран строгих требований к энергоэффективности оборудования, распространяющиеся, в числе прочего, на системы VRF и холодильную технику. Так, например, в Европейском союзе приняты директивы об энергоэффективности оборудования и производства Европейской Комиссией (Ecodesign Directive). Европейские компании обращают все больше внимания на наличие в устройстве привода с регулируемой частотой вращения и приводного вала компрессора, отвечающего критерию энергоэффективности или как альтернативное решение, в частности, японские и американские компании, выпускают компрессоры с «цифровыми спиралями» (технология Digital Scroll) которые могут применяться в тепловых насосах и холодильном оборудовании. То есть, можно сказать, что ключевую роль играет стоимость оборудования в течение всего срока эксплуатации, а не первоначальные издержки на закупку оборудования.

Что касается, **Экономического тренда**, то прогноз развития стран того же Европейского союза и нашей страны остается умеренно позитивным. Таким образом, страны Евразии продолжают восстанавливаться после продолжительной рецессии

2008-2012 гг. Одним из драйверов роста экономики стал энергетический сектор, рост инвестиций в котором, в свою очередь, обеспечивает спрос на новое оборудование, в том числе на компрессоры. Перспективным «потребителем компрессоров» остаётся отрасль холодильной и климатической техники.

Согласно оценкам ООН мировой экономической ситуации, есть перспективы к устойчивому росту экономики, в соответствии с данными за последние годы, наиболее активными являются страны Восточной и Южной Азии, которые, как утверждается, вносят вклад в половину мировой экономики (рис. 2).

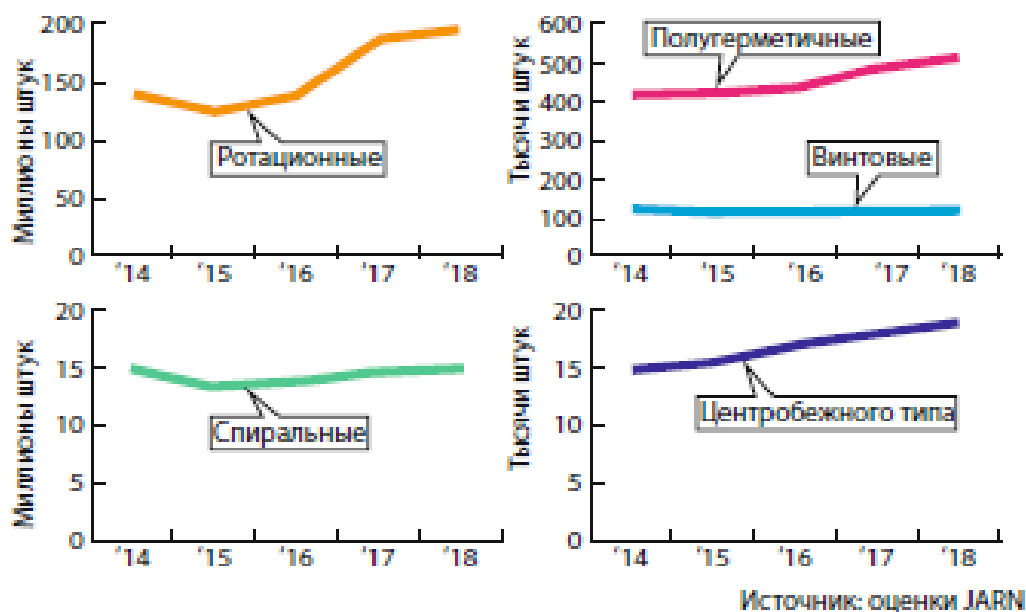


Рис. 2. Графики динамики объёма производства компрессоров

Мировой рынок спиральных компрессоров в 2018 г. вырос на 1,1% по сравнению с предыдущим годом. При этом рынок США показал рост на 5,15%, а китайский рынок, напротив, просел на 6,9%, что можно считать неким исключением, т.к. в предшествующие годы и сейчас он показывает уверенный рост, по данным всё того же JARN, что опосредованно видно из диаграммы, показывающей динамику спроса на VRF системы, в которых используется в т.ч. СПК, по прогнозам до 2029 г., совокупный годовой темп прироста в Китае, может составить на уровне 6%. Страны Европы, за исключением России и Турции, продемонстрировали падение на 1,3%. В Юго-Восточной Азии наблюдался рост, вызванный потребностью в полупромышленных системах кондиционирования воздуха. Так же в странах Азии основной движущей силой роста стало развитие городской инфраструктуры, резкое увеличение доли городского населения способствует развитию сектора продовольственной розницы и ускорению создания «холодильных цепочек». В Северной Америке повышению спроса на компрессоры этого типа способствовал рост рынка агрегатированных кондиционеров на 6,5%, а также хорошие показатели в сегментах полупромышленных систем и чиллеров. Правительства многих европейских стран и в том же Китае стимулируют продажи этого оборудования. Так, программа выдачи субсидий на покупку тепловых насосов в Китае способствовала их широкому распространению как в бытовом, так и в коммерческом, и даже промышленном секторах, что в свою очередь повышает привлекательность СПК, используемого в данной технологии. Япония применяет и поставляет спиральные компрессоры, использующие диоксид углерода в качестве хладагента, в страны Европы и в

Австралию. Появление гибридных транспортных средств создало потенциал для развития сегмента автомобильных кондиционеров на базе спиральных компрессоров с электрическим приводом, не отбирающим мощность у двигателя машины [2].

Компрессор – основной элемент систем холодоснабжения и кондиционирования воздуха, крупнейшие климатические компании часто сами производят спиральные компрессоры для использования в своих кондиционерах. Ужесточение конкуренции и активизация процессов слияний и поглощений привели к тому, что рынок оказался поделен между несколькими крупными компаниями производителями. Которые не только выпускают готовое изделие, но и ведут практическую проектно-изыскательскую деятельность, используя новейшие достижения электроники, инновационные технологии и новые материалы, создавая эксклюзивные конструкции своих компрессоров, сотрудничают с научными институтами.

Из нижеприведённой таблицы можно увидеть, что основные площадки производства СПК расположены в Китае, Японии, странах ЕС, США, а также присутствуют в Таиланде и Корее. 40% мирового производства спиральных компрессоров приходится на США. Бесспорным лидером является бренд Copeland, охватывающий большую часть рынка Соединенных Штатов и значительную часть рынков других стран, исключая Японию. Другими не менее значимыми компаниями, имеющими площадки производства в различных странах, собственные проектные центры, создающие новые конструктивные наработки, являются: Danfoss, Hitachi, Daikin, Mitsubishi electric, Bitzer [3].

Таблица

Основные производители СПК

Производители	США	Китай	Япония	Таиланд	Корея	ЕС
Copeland	*	*		*		*
Danfoss	*	*				*
Bitzer	*	*				*
Bristol	*					
Trane	*					*
Mitsubishi electric			*	*		
MHI			*			
Hitachi		*	*			*
Sanyo		*	*	*		
Daikin		*	*	*		*
Matsushita (Panasonic)			*			
Toshiba Carrier		*	*			
Invotech		*				
Gree		*				
LG					*	
Samsung					*	

Оценив актуальность спиральной технологии в области её применения, на примере конструктивных решений можно определить основные цели её производственного развития, к которым отнесём:

– снижение электропотребления оборудования, регулирование производительности в широком диапазоне. С этой целью применяются реактивные синхронные DC-электродвигатели, электродвигатели с инверторным управлением, минимизируются механические потери. В Японии признанной компрессорной

технологией является DC инверторная, в то время как Copeland принадлежит уникальная технология Digital Scroll. Эти две технологии конкурируют друг с другом в их применении в VRF-системах;

– защита окружающей среды, что применительно к СПК, может выражаться в отношении компримируемой среды, так как неуклонно возрастает роль природных хладагентов. Многие производители, такие как: Danfoss, Bitzer, Sanyo, Copeland и др. идут по пути создание компрессоров, предназначенных для работы на углекислоте, особенно в области холодильного оборудования средней мощности. В Японии распространение в качестве рабочего вещества для бытовых и полупромышленных кондиционеров получил хладагент R32, в Европе R290 (пропан);

– расширение рабочей области, уход в область низких температур, увеличение производительности. Например, Copeland и Mitsubishi Electric применяют систему впрыска, подающую жидкий хладагент в процессе сжатия или непосредственно в камеру всасывания до начала процесса сжатия. Налажено производство компрессоров с двухступенчатым сжатием, прирост холодопроизводительности компрессора достигается за счет более глубокого переохлаждения жидкости в экономайзере при незначительном увеличении энергопотребления на сжатие малой порции газа от промежуточного давления до давления нагнетания. Компания Mitsubishi Heavy Industrial Thermal Systems разработала мощный спиральный компрессор для использования в двухступенчатой компрессорной системе, обеспечивающей работу теплового насоса для нагрева воды. Для увеличения объема сжатия в новинке применены 3D-спирали с увеличенным радиусом орбиты и меньшим числом витков. Такая форма позволила увеличить объем сжатия в 1,9 раза по сравнению со спиралями традиционного вида;

– эргономика и приспособленность к внешним условиям окружающей среды. В этом ключе многие производители разрабатывают теплонасосные компрессоры применительно к регионам с холодным климатом. Так, например, компрессорная технология Enhanced Vapor Injection от Copeland используется многими производителями кондиционеров для применения их при наружных температурах до -25°C .

Удовлетворение конъюнктуре рынка, равно как и его освоение невозможно без создания и производства новых инновационных образцов техники, что требует под собой серьёзной научной-технической базы и межотраслевых связей. Так, к примеру, по опубликованным данным 23-го Французского Механического Конгресса, проходившего в г. Лилль, существует отраслевая связь с университетами в виде научных стажировок, вносящая свой вклад в ответ на запросы производства и осуществляемая по средствам международной группы SANDEN в секторе климатической техники. В частности, одна из работ, сделанная командой «Scroll», состоящей из учёных и преподавателей, с помощью прикладных программ, позволила оптимизировать профиль рабочих органов серийно выпускаемого спирального компрессора, модельно изучив и сопоставив между собой теоретические образцы [4].

В свою очередь, научная деятельность должна вестись в направлении дающем перспективу совершенствованию спиральной технологии, применительно к различным областям.

Так группа исследователей из Шанхайского университета транспорта (Цзяо Тун) изучила возможность применения воздушных и водородных компрессоров в транспортных средствах с топливными ячейками. Группа использовала как средства вычислительной гидродинамики (CFD), так и реальное оборудование. В ходе исследования была выявлена требующая решения проблема, заключающаяся в утечке рабочего вещества из соприкасающихся спиралей. Помимо этого, группа также представила горизонтальный спиральный компрессор для станций заправки.

Группа ученых из Университета электрокоммуникаций в Осаке предложила способ оценки объема перетечки хладагента между примыкающими ячейками сжатия с помощью уплотнительной канавки под концевые уплотнители.

Компания Danfoss исследовала механическое напряжение на стенках спиралей в компрессорах с инверторным приводом. Чем выше скорость вращения подвижной спирали, тем сильнее центробежные силы заставляют давить ее на стенки неподвижной спирали. Утверждается, что анализ результатов исследования позволит оптимизировать форму спирали.

Многие производители, научные организации и поставщики специализированного программного обеспечения сообщают об исследованиях, посвященных анализу процесса сжатия и поведению клапанов в компрессорах со спиралью сложной геометрической формы. Данные исследования проводятся с помощью 3D-моделирования и средств вычислительной гидродинамики. Компании Mitsubishi Electric и группа Sanden использовали соответствующее программное обеспечение для анализа работы спирального компрессора, оборудованного выпускным клапаном, и сравнения его характеристик с параметрами реально существующего оборудования. Danfoss использовала программу гидродинамических вычислений как инструмент для проектирования компрессоров, позволяющий оценить параметры работы разрабатываемого изделия при разных значениях давлений и скоростях вращения вала. Так же группа Sanden сообщает о механизме антиротации подвижной спирали в компрессорах автомобильных кондиционеров. Чтобы уменьшить габариты и вес компрессоров, Sanden предлагает отказаться от шарового сочленения в пользу штыреоконного сочленения, а затем дисковой муфты, что значительно повысило надежность устройства.

Ученые из Политехнического университета Валенсии исследовали характеристики спиральных компрессоров с регулируемой скоростью вращения, работающих на R410A и R290 (пропане) и оборудованных системой впрыска паров хладагента. Исследование показало значительное влияние перегрева моторной секции и механических потерь на производительность компрессора [5].

В Нашей стране так же ведутся работы по разработке и совершенствованию методик расчёта спирального компрессора, исследованию рабочих процессов с целью повышения эффективности спиральной технологии, а также изучаются и проводятся эксперименты в отношении спиральных компрессоров, детандеров, вакуумных насосов без смазки.

В этой области внимания заслуживают работы Косачевского В.А., Фоменко М.В., Ибрагимов Е.Р., Паранина Ю.А., в совокупности дающие комплексный подход к проблеме изучения спирального компрессора, ставя перед собой задачи:

- теоретического исследования и создания математической модели, отражающей все процессы, протекающие в СПК;
- разработки методики расчёта и численного исследования сил и моментов сил, действующих в СПК;
- экспериментального исследования объёмных и энергетических характеристик компрессора;
- исследование закономерностей построения контуров рабочих органов спирального компрессора с позиций аналитической и дифференциальной геометрии.

Таким образом, разделяя проблематику на наиболее важные аспекты изучения:

- геометрии рабочих органов;
- действия газовых сил. Потерь давления;
- рабочих процессов.

Мы находим ключ к пониманию основных направлений совершенствования спиральной технологии в дальнейшем.

Литература

1. Спиральные компрессоры в холодильных системах. Основные сведения о спиральных компрессорах и область их применения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rusoboz.ru/spiralnye-kompressory-v-holodilnyh-sistemah-osnovnye-svedeniya-o-spiralnyh/> (дата обращения: 15.02.2020).
2. Тимофеев В.А. Обзор мирового рынка компрессоров. //Холодильный бизнес. 2018. №4. С. 34–40.
3. Обзор рынка компрессоров для систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kn.lib-i.ru/27raznoe/39350-1-hvac-referent-materialam-zhurnala-jarn-no493-s-fevral-2010-obzor-rinka-kompressorov-dlya-s.php/> (дата обращения: 16.02.2020).
4. Buisson M. Un lien Industrie-Université via les stages estudiantins. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cfm2017.sciencesconf.org/130484/> (дата обращения: 17.02.2020).
5. Мировой рынок компрессоров [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mir-klimata.info/archive/2019_4/mirovie_novosti_115/ (дата обращения: 15.02.2020).



Коржова Анастасия Евгеньевна

Год рождения: 1997
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы Т41505с,
направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство,
e-mail: korzhova_nastena@mail.ru



Кузнецова Ксения Геннадьевна

Год рождения: 1995
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы Т42503,
направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство,
e-mail: kseniasova@gmail.com



Молодкина Нелли Ринатовна

Год рождения: 1984
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент практики,
e-mail: nrkh25@hotmail.com

УДК 504.03

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАНДАРТИЗОВАННЫХ
ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДАМ ИССЛЕДОВАНИЙ
БИОДЕСТРУКЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

К.Г. Кузнецова, А.Е. Коржова, Н.Р. Молодкина

Научный руководитель – к.т.н., доцент практики Н.Р. Молодкина

Работа выполнена в рамках темы НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

Одним из решений проблемы пластикового загрязнения в глобальном масштабе может быть массовый переход на использование биоразлагаемого пластика и упаковочных материалов. Однако вывод на рынок и распространение таких материалов должен обязательно контролироваться специальными стандартами для обеспечения уверенности в их безвредности для окружающей среды и способности к полному разложению с образованием безопасных продуктов распада. В работе представлен сравнительный анализ существующих стандартов на биоразлагаемые материалы.

Ключевые слова

Биоразлагаемый материал, оксоразложение, компостирование, стандартизация, сертификация.

Развитие культуры потребления привело современное общество на порог новой глобальной проблемы – пластикового загрязнения окружающей среды.

Цель данной работы – анализ существующих требований международных и национальных стандартов, предъявляемых к продукции с заявленными биоразлагаемыми свойствами.

По оценкам ученых, сегодня пластик является третьим по массе искусственным материалом на планете после стали и бетона. Общая масса пластмасс, произведенных с начала 1950-х годов, оценивается в 8300 млн т, из которых больше половины, 4900 млн т — уже превратилась в мусор. Ежегодно на планете производится 350 млн т нового пластика, и эта цифра растет в среднем на 4% в год.

Европарламент запретил производство и продажу одноразовых изделий из пластика с 2021 года [1]. В Российской Федерации планируется отказаться от одноразовых пластиковых пакетов к 2025 году, в Ленинградской области уже сейчас запрещено использовать одноразовую пластиковую посуду, упаковку и пакеты на массовых мероприятиях.

Одним из решений проблемы может быть использование безопасных материалов, способных к полному разложению в природной среде за короткое время. Впервые, концепция биоразлагаемого материала была предложена в 1980-х годах. Первое поколение полимеров представляло собой смесь из обычного (традиционного) пластика, например, полиэтилена и крахмала. В 1994 году промышленность биоразлагаемых упаковок в США боролась с введением наполненных крахмалом (6–15%) полиэтиленов в качестве настоящих биоразлагаемых материалов. Данные показали, что только поверхностный крахмал биодеградирует, оставляя после себя недеградируемый полиэтиленовый материал [2].

В связи с этим опросы терминологии оказались в центре внимания ряда международных организаций, разработавших следующие стандарты: Международная организация по стандартизации (ISO) – стандарт ISO 17088:2012 – Технические условия для компостируемых пластмасс [6]; Американское общество по испытаниям и материалам (ASTM) – стандарт ASTM D6400-19 – Стандартные технические условия для маркировки пластмасс, предназначенных для аэробного компостирования на муниципальных или промышленных объектах [8]; Европейский комитет по стандартизации (CEN) – стандарт EN 13432:2000 Упаковка. Требования к упаковке, подлежащей восстановлению путем компостирования и биоразложения. Схема испытаний и критерии оценки для окончательной приемки упаковки [7].

В каждом из этих стандартов понятие «биоразлагаемый пластик» имеет однозначное определение – это материал, который преобразуется в воду, углекислый газ и биомассу с течением времени под воздействием микроорганизмов.

В свою очередь, биоразложение – это процесс разложения использованной упаковки, который ведет к изменению физико-химических свойств данной упаковки. В таблице представлена классификация биоразлагаемых полимерных материалов [3]. Данная классификация дает наглядное представление о тех видах упаковочных пластмасс, которые подвергаются биодеградации. Некоторые виды пластиков, изготовленные из ископаемых видов топлива также способны к биологическому разложению.

Широкое распространение в России и во всем мире получили так называемые оксоразлагаемые и оксо-биоразлагаемые пластики. Это традиционные пластмассы: полиэтилен (ПЭ), полипропилен (ПП), полистирол (ПС) и полиэтилентерефталат

(ПЭТФ), в которые были добавлены специальные вещества, ускоряющие фрагментацию материала [3].

Таблица

Классификация биоразлагаемых полимеров по типу сырья

Биоразлагаемые пластики				
Агрополимеры, продукты из биомассы		Микробиологического происхождения	Синтез из биопроизводных мономеров	Из ископаемых видов топлива
Полисахариды	Белки	Полигидроксилканоаты (ПГА)	Полилактид (ПЛА)	Поликпролактон (ПКЛ)
Крахмал	Растительного происхождения			Алифатические полиэферы
Продукты лигноцеллюлозы	Животного происхождения			Поликарбонаты
Каучуки				Полиангидриды

Оксо-биоразложение является процессом, относящимся не только к искусственным полимерам, но и к биологическим материалам, таким как природный каучук и лигноцеллюлоза [4]. Из доклада Еврокомиссии «О последствиях использования оксоразлагаемых пластмасс для окружающей среды» 2018 года можно сделать вывод, что оксо-биоразлагаемый пластик был приравнен к оксоразлагаемому [5].

Компостируемая упаковка – это упаковка, которая поддается ускоренному аэробному биологическому разложению в контролируемых условиях на промышленных площадках [11].

Компостирование – ускоренное термофильное биологическое разложение биологических отходов (органических отходов) в присутствии кислорода, в контролируемых условиях под действием микроорганизмов для производства компоста [9, 10].

Для подтверждения способности упаковочных материалов к биологическому разложению в присутствии микроорганизмов и в контролируемых условиях необходима процедура сертификации [13].

В США Институт биоразлагаемых продуктов и Совет по компостированию создали программу сертификации компостируемых пластиков для сертификации компостируемых пластмасс в соответствии со стандартами компостируемости ASTM D6400 [12].

В Европе сертификационная организация DIN была создана для подтверждения соответствия биоразлагаемых пластиков международному стандарту EN 13432 по компостируемости Процедура сертификации является необходимой для подтверждения способности упаковочных материалов с заявленной способностью к биологическому разложению, разлагаться в присутствии микроорганизмов и в контролируемых условиях [8].

Международный стандарт ISO 17088 эквивалентен EN 13432-2000 и устанавливает эксплуатационные требования для биологического разложения пластиковых материалов и изделий, включая упаковку, пленки и другие продукты.

В Японии была создана Ассоциация биопластиков (JBPA) для сертификации биоразлагаемых пластмасс в соответствии с международным стандартом EN 13432 по

компостируемости. JBPA в Японии создала систему сертификацию GreenPla – это система маркировки основана на международных стандартах биоразложения [11].

Вышеперечисленные стандарты имеют следующие сходные требования:

– биоразлагаемость определяется путем измерения количества CO_2 , образующегося в течение определенного периода времени биоразлагаемым пластиком. Стандарты требуют 60% превращения углерода в диоксид углерода в течение 180 дней для смол, изготовленных из одного полимера, и 90% превращения углерода в диоксид углерода для сополимеров или полимерных смесей;

– степень дезинтеграции измеряют путем просеивания материала через сито, менее чем 10% должно оставаться на экране с размером ячеек не более двух миллиметров. После проведения опыта в течение 120 дней;

– экотоксичность измеряется путем определения концентрации тяжелых металлов ниже пределов, установленных стандартами, а также путем тестирования роста растений, смешивая компост с почвой в различных концентрациях и сравнивая его с контролируемым компостом.

Все вышеуказанные стандарты схожи в существенных аспектах, однако различны по химическому составу и требованиям к биоразлагаемости.

Химические характеристики

Продукт должен содержать не менее 50% органических веществ и не может превышать предельные значения, указанные в документах. Предельные значения для тяжелых металлов и/или фтора варьируются в разных стандартах. Стандарты ISO ссылаются на законодательство в стране, где конечный продукт будет размещен на рынке или, будут утилизированы [11].

Предельные значения стандарта Green-Pla значительно ниже некоторых показателей EN 13432, ГОСТ Р 54530-2011 и всех требований ASTM d6400. Необходимо отметить, что стандарт ГОСТ Р 54530-2011 (EN 13432:2000) «Ресурсосбережение. Упаковка. Требования, критерии и схема утилизации упаковки посредством компостирования и биологического разложения» является эквивалентом EN 13432.

Биоразлагаемость

Европейскими нормами EN13432 предъявляются менее строгие требования по сравнению с американскими и международными стандартами ASTM.

В EN 13432 прописано, что информация о биоразлагаемости материала или каждая значимая составляющая (любых органических составляющих, присутствующих в более чем 1% от сухого веса конечного материала) должна быть определена, и, кроме того, должно быть определено, что суммарная доля органических компонентов, неспособной к биологическому разложению, не должна превышать 5%.

Заключение

Анализ существующих международных регламентирующих документов показал, что каждый этап получения, использования и утилизация биоразлагаемых компонентов определен достаточно четко и однозначно. Российские стандарты эквивалентны европейским и содержат все необходимые определения для обеспечения ясности в вопросах утилизации биоразлагаемых пластиков. Одной из основных проблем утилизации для России заключается в неразвитой инфраструктуре обращения с биоразлагаемыми материалами. Актуальными задачами для дальнейшей работы являются разработка метода лабораторного тестирования материалов на биоразложение, анализ существующих технологических регламентов компостирования

органических отходов, а также популяризация основных научных понятий в области биоразлагаемых материалов.

Литература

1. Европейский парламент проголосовал за запрет одноразовых пластиков [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.theguardian.com/environment/2019/mar/27/the-last-straw-european-parliament-votes-to-ban-single-use-plastics>. Дата обр. 20.12.2019.
2. Green dot bioplastics ‘A straightforward explanation of biodegradable vs. compostable vs. oxo-degradable plastics. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.greendotbioplastics.com/biodegradable-vs-compostable-vs-oxo-degradable-plastics-a-straightforward-explanation>. Дата обр. 20.12.2019.
3. Laxmana Reddy R., Sanjeevani Reddy V., Anusha Gupta G., Study of Bio-plastics As Green & Sustainable Alternative to Plastics, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering (Volume 3, Issue 5, May 2013) [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.ijetae.com.
4. ГОСТ 33747-2016 Окси-биоразлагаемая упаковка. Общие технические условия (с Поправкой).
5. Report from the commission to the European parliament and the council on the impact of the use of oxo-degradable plastic, including oxo-degradable plastic carrier bags, on the environment. Brusselsю 2018. p. 8.
6. ISO 17088: 2008 Specifications for compostable Plastics.
7. EN 13432:2000 Packaging - Requirements for Packaging Recoverable Through Composting and Biodegradation - Test Scheme and Evaluation Criteria for the Final Acceptance of Packaging.
8. ASTM D6400 – 19 Standard Specification for Compostable Plastics.
9. EN ISO 472:2001e Plastics-Vocabulary.
10. Greene J., Biodegradation of Compostable Plastics in Green Yard-Waste Compost Environment., Journal of Polymers and the Environment 15(4), 2007. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/225587239_Biodegradation_of_Compostable_Plastics_in_Green_Yard-Waste_Compost_Environment. Дата обр. 20.12.2019.
11. Weber M. Global review of biodegradable plastics testing and standards. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.co2sachverstaendiger.de/pdf/Lecture%20Biodegradable%20Plastics%20Conference%2026>. Дата обр. 20.12.2019.
12. Horvat P., Krzan A., Certification of bioplastics [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.plastice.org/publications/>. Дата обр. 20.12.2019.



Кравцов Александр Ярославович

Год рождения: 1998

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы № Т4153с,

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

е-mail: formekray@gmail.com



Сергиенко Ольга Ивановна

Год рождения: 1957

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.т.н., доцент,

е-mail: oisergienko@corp.ifmo.ru

УДК 691.175.2:625.7/8.006

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НАИЛУЧШЕЙ ДОСТУПНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПЛАСТИКА В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

А.Я. Кравцов, О.И. Сергиенко

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

Проанализировав обращения с отходами пластика, было выявлено, что степень их переработки и вторичного использования остается на низком уровне, в то время как отработанный пластик размещается на свалках и полигонах ТКО, тем самым загрязняя объекты окружающей среды. Рассматривается технико-экономическое обоснование для выбора наилучшей доступной технологии переработки отходов пластика в условиях Крайнего Севера с целью производства составляющих дорожного полотна. Рассматриваемая технология предлагает технологическую схему переработки и вторичному использованию наиболее часто встречающиеся отходов пластика – ПЭТ, ПЭВД и ПЭНД (ПС), как компонента для получения пластиковых модулей и их использования в качестве составляющей дорожного полотна.

Ключевые слова

Отходы пластика, обращение с отходами, вторичное использование, переработка, технология, технологическая схема, пластиковые модули, дорожное полотно.

Быстрые темпы экономического роста и урбанизации в развитых регионах приводят к повышению уровня потребления пластиковой продукции, что свидетельствует не только о положительной тенденции развития промышленности, но и об увеличении отходов пластика. Так, в мире за 2016 г. объем потребления

пластиковой продукции превысил 250 млн т., Основная доля потребления приходится на полиэтилен – около 40 %, на полипропилен – около 25 % и на поливинилхлорид – примерно 20 % [1].

В ходе анализа образования отходов пластика в Российской Федерации было выявлено, что большая часть коммунального полимерного мусора состоит из пластика, который ранее применялся в пищевой промышленности: ПЭТ, ПЭВД и ПЭНД (ПС) [2].

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 4 апреля 2016 г. № 269 [3] и согласно данным анализа по форме 2-ТП (отходы) [4] Республика Коми находится на шестом месте, среди одиннадцати регионов Северо-Западного федерального округа, по количеству образующихся отходов.

В 2018 г. общее количество отходов производства и потребления в Республике Коми было равным 5,24 млн т., среди них, большую часть составляли отходы пластика [2] V класса опасности – примерно 90 %, источниками образования которых являлись предприятия:

- по добыче полезных ископаемых – около 70 %;
- по производству бумажных изделий – 13 %;
- по производству электроэнергии и распределению газа и воды – 4 %;
- по обработке материалов – 3 %.

Основная масса ТКО в Республике Коми, без сортировки и переработки, размещается на полигонах ТКО, на санкционированных и несанкционированных свалках, в то время как отходы пластика имеют большой ресурсный потенциал. Это послужило поводом для идентификации способов переработки отходов пластика, которые будут экономически эффективными и экологически безопасны для окружающей среды и для здоровья человека.

Помимо переработки отходов пластика, существует задача, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду от строительства асфальтовых дорог и использования природных материалов. Интенсивное увеличение количества транспорта и эксплуатация асфальтовых дорог приводит к снижению износоустойчивости дорожного полотна и к истощению природных материалов, которые используются при его постройке – песок, гравий и битум [5].

Альтернативным решением поставленных задач является идентификация наилучшей доступной технологии по переработке отходов пластика, в частности, образующихся тароупаковочных материалов в пищевой промышленности – ПЭТ, ПЭВД и ПЭНД (ПС), и их использование как компонента для строительства пластикового дорожного полотна.

Пластиковые отходы маркировки ПЭТ, ПЭВД и ПЭНД (ПС) относятся к V классу опасности (неопасные). Технология не предусматривает переработку иных маркировок пластика, так как взаимодействие между различными маркировками пластика может привести к опасным химическим реакциям.

Отходы пластика, применяемые для получения пластиковых модулей, имеют следующие преимущества для их переработки: маркировки пластика ПЭТ, ПЭВД и ПЭНД (ПС) легко подвергаются деформации, несмотря на их высокую прочность; также им можно придать различную форму; немаловажно и то, что используемые маркировки пластика менее токсичны и распространены по сравнению с другими маркировками [6].

Физические и химические свойства пластмасс (рис. 1) маркировки ПЭТ, ПЭВД и ПЭНД (ПС) позволяют использовать их в различных областях [6, 7].

Основные преимущества отходов пластика при создании составляющих дорожного полотна [8]: низкая стоимость; прочность; широкое применение; возможность многократного использования; возможность выдерживать высокие и

низкие температуры; водостойкость; устойчивость к органическим растворителям; износостойкость.



Рис. 1. Физические и химические свойства пластика

Предлагается использовать линию производства китайской компании [9] для переработки отходов пластика (рис. 2).



Рис. 2. Линия по переработке отходов пластика модели «Norm»

Технология переработки отходов пластика включает ряд этапов. Отсортированные отходы пластика через ленточный транспортер подаются в этикеткоотделитель. Далее пластик попадает в дробилку, где происходит его измельчение до пластикового флекса. Измельченный пластик проходит процесс очищения во фрикционной, горячей и в шнековой мойках. Следующий этап — это сушка пластика, которая осуществляется в центробежной и аэродинамической сушилке. Сухой пластиковый флекс собирается в циклоне-бункере, откуда через ленточный транспортер попадает под гидравлический пресс, где будет установлена соответствующая форма, для создания пластиковых модулей.

Конечной продукцией данной технологии станут пластиковые модули, которые будут использоваться в качестве составляющих дорожного полотна.

Для обеспечения работы в условиях Крайнего Севера предусматривается подогрев дорожного полотна, который может быть обеспечен за счет частичного использования тепловой энергии канализационных стоков, горячего водоснабжения в населенных пунктах или за счет электропотребления. При формировании дорожного полотна, внутри может предусматриваться прокладка электрического кабеля или труб.

Необходимое количество отходов пластика составит 2 442 т/год, что позволит обеспечить 120 км/год дорожного полотна.

Для реализации технологии по переработке отходов пластика потребуются финансовые вложения в размере 11,6 млн руб., которые понадобятся для аренды и обустройства цеха, а также для покупки оборудования и оплаты труда персонала (рис. 3).

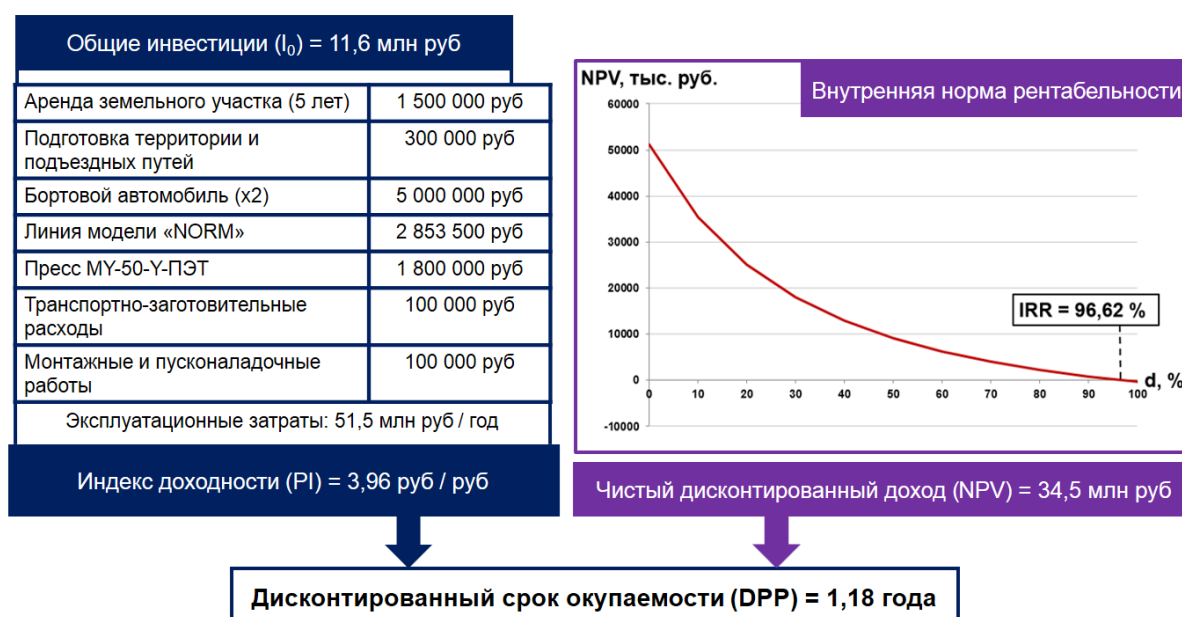


Рис. 3. Техничко-экономические показатели обоснование для выбора наилучшей доступной технологии

Принимая во внимание эксплуатационные затраты в 51,5 млн руб./год и чистый дисконтированный доход в 34,5 млн руб., технология является эффективной и окупится за 1,2 года [10]. Итоговая стоимость 1 км. пластиковой дороги составит – 1 млн руб., что является экологически безопаснее и экономически выгоднее в сравнении с производством асфальтовых дорог.

Учитывая расчет технико-экономических показателей и индекса доходности, выбор наилучшей доступной технологии подтверждает экономический и экологический эффект. Также будет наблюдаться социальный эффект для региона, который заключается в создании новых рабочих мест на новом предприятии.

Литература

1. Волкова А.В. Рынок крупнотоннажных полимеров. Часть II. Полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, полиэтилентерефталат [Электронный ресурс] / Волкова А.В. Москва : Центр развития. 2016. 81 с. Режим доступа: <https://dcenter.hse.ru/data/2017/01/31/1114339135/Рынок%20крупнотоннажных%20поли-меров%20ч2%202016.pdf> (дата обращения: 08.05.2019).

2. Волкова А.В. Рынок утилизации отходов [Электронный ресурс] / Волкова А.В.; Национальный исследовательский университет – Высшая школа экономики. Москва: Центр развития. 2018. Режим доступа: <https://dcenter.hse.ru/data/2018/07/11/1151608260/Рынок%20утилизации%20отходов%202018.pdf> (дата обращения: 11.05.2019).
3. Об определении нормативов накопления твердых коммунальных отходов [Электронный ресурс]: постановление Правительства Рос. Федерации от 04.04.2016 № 269 : ред. от 15.09.2018 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 09.05.2019).
4. Об утверждении статистического инструментария для организации Федеральной службой по надзору в сфере природопользования федерального статистического наблюдения за отходами производства и потребления [Электронный ресурс]: приказ Росстата от 10.08.2017 № 529 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 09.05.2019).
5. Карпов Б.Н. Сборные многокомпонентные дорожные покрытия [Текст]: дис. ... д-ра тех. н. / Карпов Б.Н. Санкт-Петербург. 2000. 330 с.
6. Тугов И.И. Химия и физика полимеров [Текст]: учеб. пособие для вузов / Тугов И.И., Кострыкина Г.И. Москва: Химия. 1989. 432 с.
7. Эко-процессинг [Электронный ресурс] // Физические свойства пластика. Режим доступа: <https://www.ekoprozess.ru/%D0%BE-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B5/>. (дата обращения: 18.11.2019).
8. Анализ и решение проблемы утилизации и вторичной переработки полиэтилентерефталат (ПЭТ) отходов в городе Томске [Текст] / Супрун Л.В. [и др.] // Вестник науки Сибири. 2012. № 4 (5). С. 107–112.
9. Линия по переработке пластика (модель Norm) [Электронный ресурс] // Оборудование для переработки пластмасс. Режим доступа: <http://machinerycatalog.ru/index.php/catalog/pet-flakes-washing-line>. (дата обращения: 20.05.2019).
10. Методология и практика чистого производства [Текст]: учеб. пособие / Коньк О.А., Жиделева В.В., Пунигина В.С. [и др.]; отв. ред. Жиделева В.В.; Сыкт. лесн. ин-т. Сыктывкар: СЛИ. 2015. 196 с.



Кулишов Борис Александрович

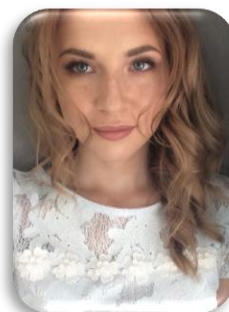
Год рождения: 1993

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
аспирант,

направление подготовки: 19.06.01– Промышленная
экология и биотехнологии,

e-mail: kulishov.b@list.ru



Максимук Ольга Сергеевна

Год рождения: 1995

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы № Х4321,

направление подготовки: 19.04.02 – Продукты
питания из растительного сырья,

e-mail: olga_tsvetkova95@mail.ru



Федоров Александр Валентинович

Год рождения: 1958

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
д.т.н., старший преподаватель,

e-mail: alval58@yandex.ru

УДК 664.66

**ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ УСЫХАНИЯ ХЛЕБНЫХ ИЗДЕЛИЙ,
ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ВЫПЕЧКЕ**

Б.А. Кулишов, О.С. Максимук, А.В. Федоров

Научный руководитель – д.т.н., ст. преподаватель А.В. Федоров

Работа выполнена в рамках темы НИР №617027 «Исследование физических и химических свойств заготовок и готовых продуктов при электроконтактной выпечке хлеба».

Аннотация

Была освоена и изучена технология электроконтактного способа выпечки хлеба. В статье представлены описание и результаты эксперимента с целью апробации экспериментальной установки для ЭК-выпечки и системы прижимных пластин. А также результаты исследования процесса усушки хлебных изделий, приготовленных с помощью электроконтактного способа выпечки хлеба. Результаты представлены в виде графиков, таблиц, а также фотографиями экспериментальных образцов в разный период хранения с пояснениями.

Ключевые слова

Хлеб, электроконтактная выпечка, усушка, потеря массы, система прижимных пластин.

При проведении исследования используется экспериментальное устройство для электроконтактной выпечки, которое было разработано на базе кафедры Процессов и аппаратов факультета ПБИ Университета ИТМО [1]. На рис. 1 представлен внешний вид экспериментальной установки, используемой в последующем исследовании. Также дополнительно на устройство была установлена сборная конструкция прижимных пластин, разработанная Кулишовым Б.А.



Рис. 1. Внешний вид экспериментальной установки

Измерение физико-химических показателей качества теста, а также теплофизической характеристики в виде температуры представлены в таблице.

Таблица

Параметры, определяемые для заготовок и готовых продуктов

Параметр	Тесто	Готовый хлеб
Влажность, %	45,09	39
Кислотность, °К	3,3	2,4
Температура, °С	28	80

В процессе выполнения было определено значение показателя влажности муки, что соответствовало 11 %, и показателя кислотности, значение которого составляло 2,5 град. На рис. 2 продемонстрирована конструкция прижимных пластин в процессе расстойки.



Рис. 2. Процесс расстойки тестовых заготовок с прижимными пластинами

Масса готовых изделий, приготовленных с помощью ЭК–энергоподвода составляет 0,415 г и 0,408 г соответственно. На рис. 3 представлено размещение термовводов для подключения 6 термопар с целью измерения температуры теста и токоизмерительных клещей в трех точках для измерения силы тока.

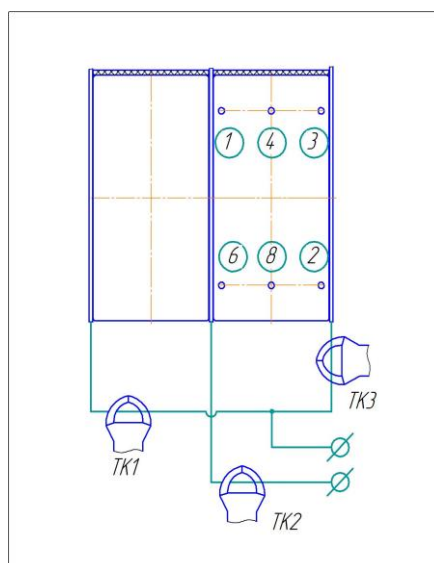


Рис. 3. Расположение термовводов и токоизмерительных клещей

На графике кривой изменения температуры от времени, представленный на рис. 4, представлено линейное возрастание температуры. При достижении показателя 250 с, как видно из графика, значения со всех контролируемых датчиков показывают практически постоянную температуру без скачков роста. Расхождение температурных показателей между 6 термопарами обусловлены погрешностью способа измерения показателей температуры и расположением датчиков. Также здесь представлено изменение значений, характеризующих показатель силы тока (А) от длительности процесса электроконтактной выпечки хлебных изделий. Исходя из этого следует охарактеризовать каждый участок изменений данной зависимости с помощью одноуровневого нумерованного списка:

1. Имеем линейную зависимость увеличения силы тока и электропроводности теста до момента, когда $t = 60^{\circ}\text{C}$. До 30°C происходит набухание клейковины (белковые вещества) [2].

2. Далее происходит денатурация белковых веществ при $t = 60 - 70^{\circ}\text{C}$. График изменения силы тока снижается и стабилизируется. Растворимость белковых веществ возрастает до температуры денатурации.

3. Как отмечают авторы [2]: “В результате денатурации освобождается вода, поглощенная при набухании...” Следовательно, повышается проводимость и сила тока, соответственно, при дальнейшем повышении температуры до определенного момента. Сидоренко, Зинюхин и другие соавторы зафиксировали следующее [2]: “Крахмал по мере повышения температуры набухает интенсивнее, особенно при $40 - 60^{\circ}\text{C}$, при этом поглощает как свободную влагу теста, так и влагу, выделенную белками, делая мякиш сухим на ощупь. Вместе с тем, ввиду ограниченного количества воды в тесте, крахмал в хлебе остается в полуклейстеризованном состоянии [3]. Процесс клейстеризации крахмала и коагуляции белков обуславливает переход тестовой заготовки в состояние мякиша, изменяя структурно-механические свойства теста-хлеба и фиксируя пористую структуру теста, которое оно имело к этому моменту. Растворимость белковых веществ после 70°C – ввиду термической денатурации белка – резко снижается” [2, 3].

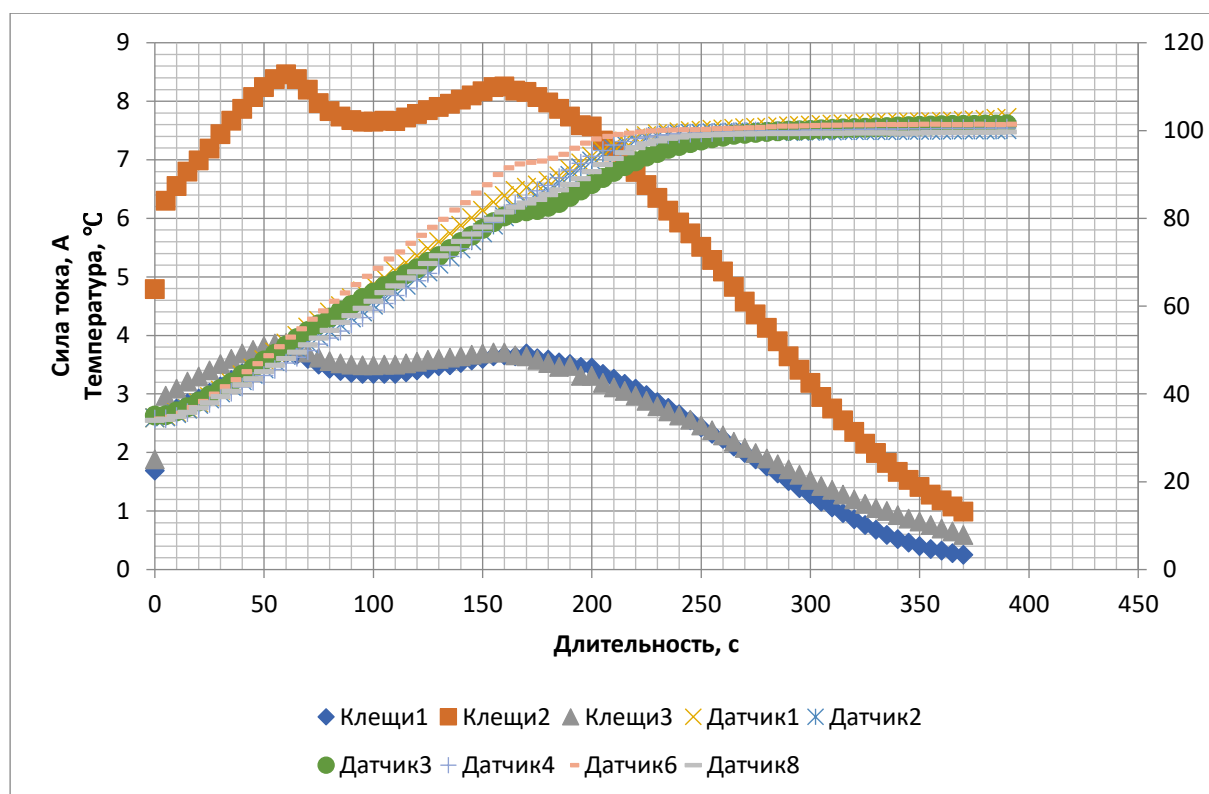


Рис. 4. Кривая изменения тока и температуры от времени

Для осуществления процесса усыхания (усушки) хлебных продуктов были использованы два экспериментальных образца хлеба, приготовленных с помощью электроконтактного способа выпечки. Образец №1, массой 415 г, был помещен в полиэтиленовую пленку после остывания. Образец №2, массой 408 г, являлся контрольным образцом и не был помещен в полиэтиленовую пленку. Условия хранения были одинаковы для двух образцов. Исследование проводилось в бытовых условиях. Параметры, измеряемые в ходе проведения эксперимента представлены с помощью одноуровневого нумерованного списка:

- 1) температура хлебного мякиша в трех точках для каждого образца измерялась с помощью электронного термощупа;
- 2) контроль массы изделия через промежутки времени производился с помощью электронных весов.

Как указано в государственном стандарте [4], усушка – уменьшение массы хлебобулочного изделия при остывании и хранении за счет испарения части воды и улетучивания некоторых продуктов брожения.

Процесс можно разбить на 2 этапа: 1 – интенсивное снижение температуры хлеба до температуры окружающей среды; 2 – температура практически постоянна при дальнейшем хранении. В первый период отмечается быстрая потеря влаги за счет испарения с поверхности хлебного изделия, изготовленного ЭК-способом выпечки. Интенсивнее всего влага испаряется в первые 30 – 40 минут после выхода изделия из экспериментальной установки. В первые 40 минут остывания у образца №1 было потеряно 17 г общей массы, что составляет 4,09 %. После остывания образец был помещен в полиэтиленовую пленку. В первые 3 часа у образца №2 было потеряно 18 г общей массы, что составляет 4,41 %. Образец №2 после остывания образец не был помещен в полиэтиленовую пленку (рис. 5).



Рис. 5. Измерение массы образца №1 через 24 часа

Общая потеря массы хлебного образца №2, приготовленного с помощью электроконтактного способа выпечки, составляет 111 граммов, что составляет 27,205% от общей массы изделия с момента выхода из печи. В отличие от образца №2, образец №1 (хлеб, помещенный после остывания в полиэтиленовую пленку) потерял всего 32 грамма от общей массы изделия, что составило 7,71% в процентном соотношении. Из выше перечисленного следует, что при хранении хлеба без упаковки потеря массы за счет испарения влаги с поверхности хлебного изделия происходит в 3,5 раза быстрее (образец №2). Но следует отметить, что в процессе хранения образец №1 был подвержен микробиологической порче (плесневение) через 145 ч. Об этом факте свидетельствует фотография, представленная на рис. 6. Через 151 час и при последующем хранении развитие микробиологической порчи прогрессировало. Однако на образце №2 следов микробиологической порчи (плесневение) не обнаружено через 145 часов и при последующем хранении, зато наблюдается практически полная потеря потребительских характеристик хлебного изделия. В свою очередь, образец №1 на протяжении 72 часов оставался свежим и не терял потребительские качества.



Рис. 6. Микробиологическая порча образца №1

По завершению эксперимента были построены характеристики усушки хлебных образцов, зависимость изменения температуры (рис. 8) в процессе хранения, а также график изменения массы (рис. 7), вызванной потерей влаги и испарением.

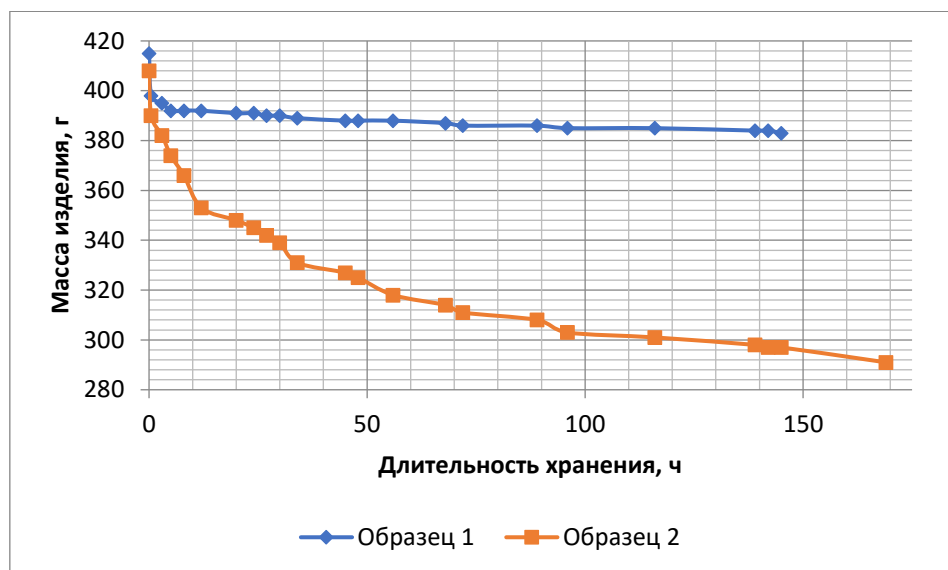


Рис. 7. Изменения массы изделия за все время исследования

Из графика видно, что уменьшение массы для образца №1 происходит интенсивно в первые часы хранения, далее масса уменьшается медленно и без скачков уменьшения. Это обусловлено хранением хлебного образца в полиэтиленовой пленке для более длительного сохранения свежести и потребительских качеств изделия.

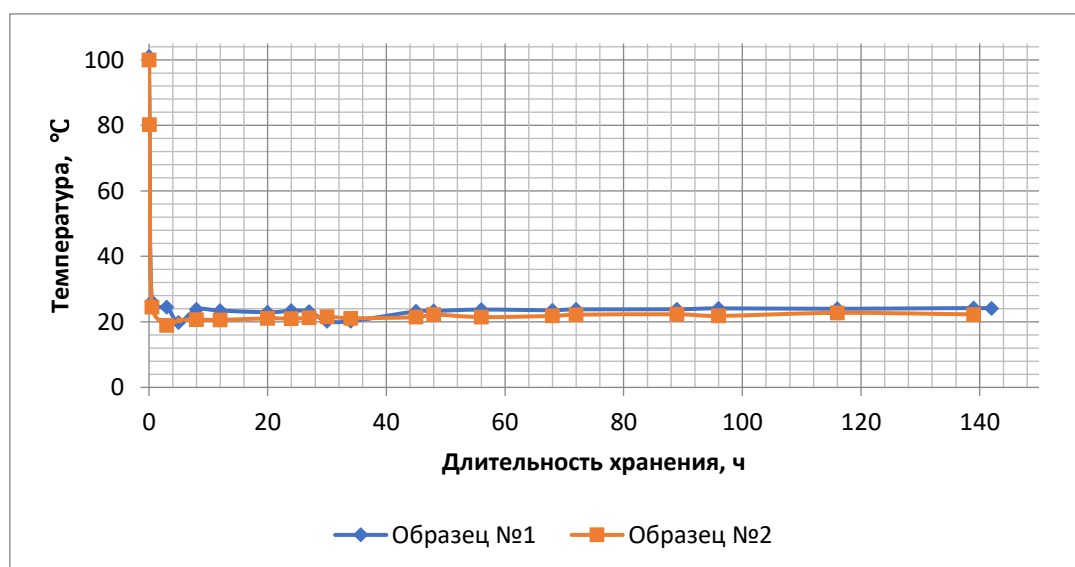


Рис. 8. Изменение температуры образцов от длительности хранения

Из графика видно, что температура после выхода из печи стремительно уменьшается до значения температуры окружающей среды, далее происходит минимальные колебания температуры, обусловленные колебаниями комнатной температуры, испарением воды с поверхности изделия, а также перемещение влаги внутри изделия.

В заключении стоит отметить, что в процессе выполнения эксперимента были определены физико-химические показатели тестовых заготовок и готовой продукции. Полученные значения в результате эксперимента не противоречат нормам и стандартам и укладываются в допустимый диапазон оптимальных значений. Освоен и изучен процесс усушки для двух хлебных образцов при разных условиях хранения. Результаты усушки были представлены в данной статье.

Литература

1. Кулишов Б.А., Новоселов А.Г., Громцев А.С., Иващенко С.Ю. Разработка экспериментальной установки для исследования процесса электроконтактной выпечки // VIII Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке» (Санкт-Петербург, 15-17 ноября 2017 г.): материалы конференции. 2017. С. 311 – 313.
2. Сидоренко Г.А. Электроконтактный энергоподвод при выпекании хлеба / Сидоренко Г.А., Попов В.П., Зинюхин Г.Б., Ялалетдинова Д.И., Зинюхина А.Г. // Вестник Оренбургского государственного университета №1 (137). январь 2012. С. 214 – 221.
3. Разработка технологии производства хлеба с применением электроконтактного способа выпечки: монография / Сидоренко Г.А., Попов В.П., Зинюхин Г.Б., Коротков В.Г.; Оренбургский гос. ун-т. Оренбург: ОГУ. 2012. 124 с.
4. ГОСТ 32677 – 2014. Изделия хлебобулочные. Термины и определения (с Поправкой). Введен 01.05.2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200113580> (дата обращения 11.11.2019).



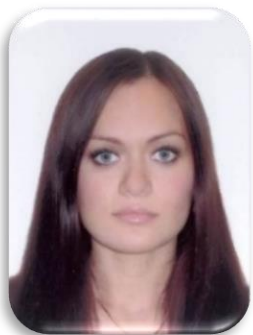
Лобова Елена Владимировна

Год рождения: 1997
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы № Т41501с,
направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство,
e-mail: elena-lobova97@yandex.ru



Сергиенко Ольга Ивановна

Год рождения: 1957
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент,
e-mail: oisergienko@corp.ifmo.ru



Савоскула Виолетта Андреевна

Год рождения: 1988
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
старший преподаватель,
e-mail: violettasavoskula@gmail.com

УДК 006.065.3

**УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ
МЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЯ**

Е.В. Лобова

**Научный руководитель – к.т.н., доцент О.И. Сергиенко
Научный консультант – ст. преподаватель В.А. Савоскула**

Работа выполнена в рамках НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

В статье рассматривается создание системы управления рисками в интегрированной системе менеджмента предприятия. Проведен сравнительный анализ методик управления рисками на основе стандарта ISO 45001:2018 «Occupational health and safety management systems» и руководства Р 2.2.1766-03 «Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников», рассмотрены их

преимущества и недостатки. Показано, что применение международного стандарта серии ISO 45001:2018 в наиболее полной степени отвечает требованиям системности, превентивности и непрерывного улучшения в области профессионального здоровья и охраны труда.

Ключевые слова

Интегрированная система менеджмента (ИСМ), оценка рисков, управление рисками, международные стандарты.

В настоящее время наблюдается тенденция перехода от реагирования на инциденты при их возникновении на предупреждение инцидентов, так как управление рисками критически важно для эффективного функционирования компании. Осознав несостоятельность концепции абсолютной безопасности, общество начало стремиться к компромиссу между необходимым уровнем безопасности и затратами на его достижение. Так появилась концепция приемлемого риска. Основная задача данного подхода состоит в нахождении компромисса между рисками, оказывающими влияние на деятельность организации, таким образом, чтобы снижение уровня одного риска не привело к повышению уровня другого. Можно снизить технический риск увеличивая затраты на обеспечение безопасности технических систем, но при этом социально-экономический риск будет возрастать, так как при чрезмерных тратах на повышение безопасности технических систем, в условиях ограниченности средств, можно нанести ущерб экономической сфере, например, удорожанием продукции.

На сегодняшний момент уже сформировались представления о величине риска, с которым на данном этапе развития среды можно примириться. В широком смысле процесс управления рисками - источник требований, выполнение которых позволяет снизить уровень влияния неопределенности и, как следствие, избежать многих несчастных случаев. Управление профессиональными рисками является частью системы управления охраны труда, согласно пункту 29 Приказа Минтруда России от 19.08.2016 N 438н "Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда" [1] и является обязательным. На законодательном уровне нет единой утверждённой методики оценки риска, поэтому, основываясь на специфике работы предприятия, организация вправе выбирать самостоятельно из числа существующих методик. Актуальность данного исследования объясняется тем, что существующие на российских предприятиях интегрированные системы менеджмента (ИСМ), включающие риски управления профессиональным здоровьем, в основном являются достаточно новыми, соответственно результаты их внедрения и функционирования отсутствуют, и рекомендации по выбору методик оценки рисков представляют практический интерес.

В настоящее время ИСМ предприятий, как правило, направлена на соответствие требованиям как минимум трех стандартов в области управления качеством: в соответствии с требованиями к системе менеджмента качества ISO 9001, управления и охраны окружающей среды в соответствии с ISO 14001, управление и охраны труда и здоровья в соответствии с ISO 45001. Все стандарты по системам менеджмента, имеют высокоуровневую структуру, позволяющую совместить их требования между собой, что является главным преимуществом данного подхода [4].

Следующим значительным преимуществом системы управления рисками на основе стандартов ISO является непрерывность процесса мониторинга и принцип постоянного совершенствования, так как в основе стандартов серии ISO лежит цикл PDCA – модель управления качеством, которая состоит из четырёх шагов «plan – do – check – act» и основана на процессном подходе. Предприятия, сертифицированные по стандартам серии ISO, обладают большей конкурентоспособностью и имеют более высокую ценность на мировом рынке.

Несмотря на все преимущества ИСМ с управлением рисками на основе ISO 45001, на практике в российских компаниях управление рисками нацелено на реагирование при возникновении инцидентов, а не на их предупреждение, как того требуют стандарты ISO. Тем не менее, негативный фактор менталитета может быть устранен со временем, при грамотном подходе руководства к обеспечению управления рисками в современном мире. Данный факт подтверждают слова главы Росстандарта А.В. Абрамова о том, что необходимо создать благоприятную систему для перехода всех субъектов экономики на международные стандарты. Переход сделает отечественную продукцию конкурентоспособной во всех отношениях – и по цене, и по качеству, а также даст стимул развитию технологий [2].

При оценке рисков в России используют частоту возникновения несчастных случаев, что определяет возможность учета рисков только после их возникновения, тем самым исключая учет потенциально возможных рисков. Согласно Р 2.2.1766-03 оценка риска включает выявление опасности, оценку экспозиции и характеристику риска [3]. Начальный этап оценки риска заключается в гигиенической оценке и установлении класса условий труда, а также последующий анализ документации. По этим данным риск оценивают по категории «предполагаемый». Следующим этапом производится анализ профессиональной заболеваемости, анализ результатов периодических медицинских осмотров и анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности, инвалидности, смертности и т.п. по специальным программам. В случае, если на данном этапе заболеваний не выявлено, методика рекомендует не учитывать данный риск. Методика Р 2.2.1766-03 позволяет рассмотреть соотношение влияния вредного фактора и соответствующего профессионального заболевания, но не рассматривает вероятность травмирования, что является ее недостатком.

Можно сделать вывод, что методика управления рисками на основе стандартов серии ISO в ИСМ с одной стороны обладает рядом преимуществ, таких как процессный подход и высокоуровневая структура, но все еще редко используется на практике, и принципы предупреждения инцидентов, превентивности и системности применяются для управления рисками достаточно редко, в основном в крупных компаниях и корпорациях.

Литература

1. Приказ Минтруда России от 19.08.2016 N 438н "Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда". [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/71513730/> (дата обращения: 21.02.2019).
2. Туманов К.М. Система стандартизации как эффективный инструмент импортозамещения в России // Фундаментальные исследования. 2016. № 3-1. С. 212-215; [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40034> (дата обращения: 21.02.2019).
3. Р 2.2.1766-03 «Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство» от 1.11.2003г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130907/ (дата обращения: 22.02.2019).
4. Международный стандарт ISO 45001. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2018/04/ISO-45001-2018-perevod-ot-31-03-2018.pdf> (дата обращения: 18.02.2020).



Лунчиков Иван Сергеевич

Год рождения: 1989
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
студент группы №W41502,
направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность,
e-mail: kyku7pyku@mail.ru



Быковская Елена Александровна

Год рождения: 1986
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
старший преподаватель,
e-mail: brownies@mail.ru



Кустикова Марина Александровна

Год рождения: 1958
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., доцент,
e-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 504.064.2

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
И МОДЕРНИЗАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ
В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ**

И.С. Лунчиков, Е.А. Быковская

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

В работе исследовано понятие экологический риск. Проведен анализ нормативно-правовой базы, регламентирующей осуществление различных видов деятельности в Арктическом регионе. Разработаны рекомендации, направленные на снижение вероятности возникновения экологических рисков при реконструкции месторождений углеводородов.

Ключевые слова

Экологические риски, месторождение, арктическая зона, загрязнение, углеводороды.

В настоящее время одной из важнейших проблем является изменение климата, последствиями которого могут быть: таяние льдов, повышение уровня моря, увеличение температуры. Одной из причин изменения климата можно назвать активное освоение арктической зоны (добыча углеводородов (далее – УВ), строительство нефте- и газопроводов). Усиление антропогенной нагрузки на арктический регион связано не только с добычей и транспортировкой УВ, но и со строительством и реконструкцией самих месторождений. На данный момент не разработано единой методики для оценки экологических рисков. В связи с этим, изучение и анализ экологических рисков, которые могут стать причиной непоправимого ущерба Арктическому региону, является одной из актуальных задач.

Цель данной работы – выявление и оценка экологических рисков при разработке и модернизации месторождений углеводородов в арктической зоне РФ.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- рассмотреть понятия «экологические риски»;
- проанализировать особенности арктической зоны;
- изучить законодательные акты, связанные с арктической зоной;
- выявить экологические риски при разработке и модернизации месторождений углеводородов в арктической зоне;
- оценить экологические риски при разработке и модернизации месторождений углеводородов в арктической зоне и дать рекомендации по их снижению.

Арктическая зона России – северная полярная область Земли, включающая Северный Ледовитый океан и его моря: Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское и Берингово, северные части Тихого и Атлантического океанов; а также близлежащие острова и архипелаги [1].

Особенностями арктической зоны РФ являются:

- экстремальные природно-климатические условия;
- интенсивное промышленное освоение территории;
- небольшая плотность населения;
- удаленность от основных промышленных центров;
- высокая ресурсоемкость;
- сильная зависимость от других регионов РФ;
- низкая устойчивость экологических систем.

С точки зрения законодательства Арктика – самостоятельный объект государственной политики. В настоящий период времени сформирован комплекс актов (преимущественно программного и стратегического характера), обособленно рассматривающих Арктическую зону Российской Федерации как территорию для развития разного рода деятельности, а также актов, заключающих в себе соответствующие специальные установления по Арктике.

Данные документы ставят следующие задачи:

- обеспечить сохранение биологического разнообразия Арктической флоры и фауны, в том числе путем расширения сети особо охраняемых природных территорий и акваторий, с учетом национальных интересов Российской Федерации, необходимости сохранения окружающей природной среды в условиях расширения экономической деятельности и глобальных изменений климата;
- осуществить плановую утилизацию судов с ядерными энергетическими установками, отслуживших установленные сроки эксплуатации [2].

После анализа всех документов было выявлено, что законодательство РФ в области экологических рисков в Арктике имеет ряд недостатков. Одним из которых является поверхностность законов; отставание норм, направленных на защиту Арктики, от развития деятельности и разработки полезных ископаемых; и то, что многие

документы до сих пор находятся на стадии разработки (проекты, которые не вступили в силу).

Перед началом проведения анализа возможных экологических рисков при реконструкции месторождений в арктической зоне следует определить местоположение данной территории, её историю, особенности и характеристики.

К основным особенностям можно отнести:

- суровые климатические условия;
- болота;
- территория характеризуется распространением многолетнемерзлых грунтов;
- низкая плотность населения.

В связи с изучением и освоением Арктики, развитием оленеводства и добычей полезных ископаемых, антропогенная нагрузка на северные территории сильно увеличилась. Нарушились естественные процессы, особенно растительного покрова и грунта в связи с изменением термодинамики многолетней мерзлоты (просадка грунта и его оползание).

Проведение реконструкции на месторождении – это вынужденная мера, с целью повышения энергоэффективности и эффективности месторождения в целом. Реконструкция, как правило, позволяет добывать оставшиеся газ или нефть с помощью лучшего и более качественного оборудования. Технологическая последовательность производства основных строительного-монтажных работ включает в себя несколько процессов:

- подготовительные работы;
- создание геодезической разбивочной основы;
- демонтажные работы;
- земляные работы;
- устройство свайных оснований;
- монтаж строительных конструкций;
- сварка монтажных соединений;
- защита строительных конструкций от коррозий;
- изоляционные работы;
- монтаж технологического оборудования и трубопроводов;
- индивидуальные испытания смонтированного оборудования;
- кровельные работы;
- благоустройство территории;
- проведение индивидуальных испытаний и пусконаладочных работ «вхолостую»;
- обеспечение прочности и устойчивости возводимых зданий и сооружений в период строительства.

Из данного списка практически все виды работ наносят ущерб окружающей природной среде.

Несмотря на то, что при производстве строительного-монтажных работ соблюдаются закон РФ «Об охране окружающей среды», постановления административных органов по вопросам охраны природы и рационального использования природных ресурсов в регионе, а также федеральные законы: «Водный кодекс РФ», «Земельный кодекс РФ», «О недрах», «Об охране атмосферного воздуха», «О животном мире», «Об особо охраняемых природных территориях», это уменьшает, но не исключает полностью возможные экологические риски и ущерб окружающей природной среде.

При реконструкции месторождения на его территорию могут действовать следующие факторы:

- разрушение растительного покрова строительной техникой и автотранспортом;
- загрязнение территории строительным мусором;
- загрязнение атмосферы выхлопными газами;
- загрязнение территории горюче-смазочными материалами;
- возрастание в летний период угрозы возникновения пожаров.

Поскольку экологические риски, которые могут возникнуть при реконструкции, не исключаются, то была проведена их оценка по степени наносимого ущерба и по вероятности возникновения риска. Перед оценкой экологических рисков при реконструкции месторождения, были определены основные источники и факторы отрицательного воздействия на окружающую природную среду, которые приведены в таблице.

Таблица

Основные источники и факторы воздействия на окружающую природную среду

№ п/п	Источники	Факторы
1	Ведение предстроительных подготовительных работ	Разрушение растительного покрова строительной техникой и автотранспортом
2	Строительно-монтажные работы	Загрязнение территории строительным мусором
3	Работа на площадках автомобильной и специальной строительной техники	Загрязнение атмосферы выхлопными газами
4	Организация технического обслуживания и обеспечение горюче-смазочными материалами	Загрязнение территории горюче-смазочными материалами, возрастание угрозы пожаров в летний период

На основании перечисленных факторов были выявлены и проанализированы возможные экологические риски. В результате чего разработаны таблицы, описывающие экологический риск, рекомендации для снижения вероятности его возникновения и рекомендации для снижения отрицательного воздействия на окружающую среду.

Выводы:

- выявление экологических рисков в арктической зоне и разработка рекомендаций по их снижению является важной и актуальной задачей, в связи с тем, что антропогенное воздействие на данную территорию может повлиять не только на состояние окружающей среды в Арктики, но и всего мира в целом;
- в РФ наблюдается отставание законодательства от реальной ситуации, его поверхностность и акцентирование больше на экономических, а не на экологических аспектах;
- реконструкция месторождений может негативно повлиять на экологическую обстановку из-за неправильных действий по снижению вероятности возникновения рисков и снижения воздействия на окружающую среду.

Литература

1. Чадромцев Б.Д. О некоторых геологических, экологических и правовых аспектах освоения Арктики // Вестник международного Института управления. 2016. № 1–2 (137–138). С. 127–134.
2. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу (утв. Президентом РФ 18 сентября 2008 г. N Пр-1969) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/> (дата обращения: 02.12.2019).



Юльметова Ралия Фагимовна

Год рождения: 1957

Университет ИТМО,

факультет биотехнологий и низкотемпературных систем,

к.х.н., доцент,

e-mail: liya974@mail.ru



Малышева Марина Олеговна

Год рождения: 1998

Университет ИТМО,

факультет биотехнологий и низкотемпературных систем,

группа Т41505с,

направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная

экология и чистое производство,

e-mail: malysheva.marina98@mail.ru

УДК 374.71

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ

М.О. Малышева

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

НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

Рассматривается первый опыт разработки прототипа обучающей экологической игры на мобильной платформе. Она включает несколько мини-игр на экологическую тематику, что позволит массовому потребителю получить базовые знания и навыки в области охраны окружающей среды и экологически осознанного образа жизни.

Ключевые слова

Обучение, образование, экология, геймификация, компьютеризация, игровые механики, разработка прототипа, мотивация.

В настоящее время люди разных возрастов начинают активно интересоваться вопросами экологии и осознанного образа жизни. Однако зачастую они сталкиваются с тем, что познать весь объем информации и разобраться в нем практически не предоставляется возможным. Например, чтобы научиться правильно сортировать отходы, приходится самостоятельно искать информацию в Интернете, чтобы разобраться в различных видах пластика. Необходимость тратить на поиски информации много времени, и сам по себе большой объем информации ведут к тому, что процесс познания затягивается, откладывается, а затем человек и вовсе теряет интерес к экологически осознанному образу жизни.

В настоящий момент остро стоит вопрос создания единой образовательной системы, которая позволила бы любому человеку легко разобраться в вопросах экологии и охраны окружающей среды. Для создания такой системы удобно использовать информационные технологии, а на волне интереса населения к видеоиграм в образовательный процесс могут быть внедрены технологии игрового обучения - геймификация.

Игровые технологии позволяют создать ролевую модель ситуации, с которой обучающийся может столкнуться в профессиональной деятельности или в повседневной жизни. Образовательная игра имеет цель, а для достижения максимальных результатов необходимо проанализировать игровые итоги. Весь процесс регулируется правилами, которые помогают обучающемуся быстрее сориентироваться в игровом мире [1].

Образовательные игры активируют основные психологические функции, которые необходимы для успешного обучения. Они положительно сказываются на заинтересованности и мотивации студента, вызывают конструктивные эмоции, создающие благоприятный эмоциональный фон и формирующие положительное отношение к процессу обучения, а также формируют устойчивые ассоциации, которые позволяют запомнить информацию и увеличивают шансы свободно воспроизвести ее в будущем [2].

Игровые технологии не могут заменить лекционные материалы, практические и лабораторные занятия. Тем не менее, они могут стать эффективным дополнением к основным методикам.

Целью данной работы является разработка прототипа обучающей экологической игры. В будущем разработанный прототип может быть протестирован на различных группах населения для проверки его эффективности, доработан, а затем использован для реализации полноценной игры. Разрабатываемая игра может быть применена как для обучения в школах и университетах, так и для самостоятельного прохождения более взрослыми слоями населения, и направлена на изучение экологии и окружающего мира.

В вопросе обучения особенно важны несколько аспектов: интерес игрока к процессу обучения, его замотивированность, эмоциональная составляющая и особенности мышления человека. Следует учитывать, что максимального результата можно добиться при сочетании следующих факторов: высокий уровень интереса, положительные эмоции, которые испытывает студент в процессе обучения, наличие сильных внешних и внутренних мотивов и формирование в сознании обучающегося ассоциаций – опорных сигналов, по которым студент сможет вспомнить и воспроизвести усвоенную информацию в будущем.

Для создания успешной игры, которая будет вызывать интерес у игрока и справляться с обучающими функциями, необходимо учитывать основы геймдизайна. Помимо глобальной познавательной цели, игра должна иметь увлекательные механики – способы взаимодействия с ней игрока. Большое количество мелких механик может отрицательно сказаться на процессе обучения и знакомства с игрой, поскольку увеличивает порог вхождения [3].

Любые механики, присутствующие в игре, должны быть сбалансированы. Если игра кажется слишком простой, высок риск, что студент быстро потеряет к ней интерес. Но при этом чрезмерно сложная игра вызовет у него деструктивные эмоции, и уровень его мотивации упадет [4]. Оптимально постепенно увеличивать уровень сложности и подготавливать игрока к более трудным заданиям.

Игра должна быть динамичной, то есть обладать оптимальным количеством игровых событий на условную единицу времени. С учетом фактора, что в основном люди играют в мобильные игры во время перерывов или поездок в общественном

транспорте, задания должны быть короткими и содержать ключевую информацию. Тексты большого объема должны быть сокращены до тезисов и по возможности представлены в виде изображений.

В игре должна быть тщательно продуманная система поощрений и наказаний. Это нужно, чтобы дополнительно мотивировать игрока [5]. В случае успешного прохождения заданий и регулярности занятий игрок получает очки опыта, достижения, внутриигровую валюту и награды. В случае, если игрок не справляется с заданиями или не занимается регулярно, он теряет полученные им преимущества.

Разрабатываемая игра представляет собой набор мини-игр на экологическую тематику, которые доступны для прохождения на смартфоне. Игра реализуется в формате приложения с игровыми элементами. В приложении доступно три основных экрана: непосредственно экран с заданиями и статистикой прогресса по ним, общий рейтинг игроков и личный кабинет.

Экран с заданиями представляет собой экран с названиями заданий и их иконками. Каждое из заданий – это отдельная мини-игра или их сочетание, что позволяет усвоить тот или иной материал и получить определенные навыки. Рядом с каждой иконкой имеется прогресс-бар и уровень, которого достиг обучающийся в рамках данного задания.

Успешно справляясь с заданиями, игрок получает очки опыта, повышает уровень в рамках данного задания и получает доступ к более сложным испытаниям, а также специальным испытаниям, где задание нужно выполнить на время или за его выполнение начисляются дополнительные очки. Помимо очков опыта, за выполнение заданий игрок получает внутриигровую валюту, которую может потратить во внутриигровом магазине. Количество очков опыта может только возрасти или остаться на прежнем уровне, в то время как внутриигровая валюта списывается в случае совершения покупки во внутриигровом магазине.

Экран рейтинга игроков представляет собой список участников, отсортированный в порядке убывания накопленных ими очков опыта. Накапливая достаточное количество очков опыта и обгоняя по достигнутым результатам остальных игроков, студент переходит в следующую лигу, более высокого уровня, что дает ему дополнительное достижение и награды. Список участников лиги обновляется еженедельно.

В личном кабинете у игрока есть доступ к собственным достижениям, списку друзей и внутриигровому магазину. За достижения игрок может получать награды в виде специальных внутриигровых бонусов, а в перспективе – скидок и подарков от партнеров. Чем выше уровень достижения, тем серьезнее и весомее будет награда. С помощью списка друзей игрок сможет ознакомиться, кто из его друзей также пользуется приложением. Если в списке контактов есть человек, который не пользуется приложением, у игрока будет возможность пригласить его с помощью реферальной ссылки. За это действие оба – и игрок, и приглашенный – получают внутриигровые награды.

Во внутриигровом магазине можно за накопленные награды приобретать внутриигровые ресурсы – особые режимы, дополнительные жизни, а в дальнейшей перспективе – награды в виде экологических товаров от партнеров.

В качестве поощрений в игре действует система наград и достижений. За выполнение заданий игрок получает очки опыта, которые позволяют ему повышать уровень. С ростом уровня открывается доступ к более сложным заданиям и специальным режимам. Чем больше в течение дня игрок выполняет заданий, тем выше становится коэффициент, увеличивающий получаемый опыт. Помимо опыта, за выполнение заданий игрок получает внутриигровую валюту, которую может обменять на внутриигровые ресурсы. Если игрок долгое время не заходит в приложение, он

теряет все заработанные преимущества, но количество очков опыта и накопленной внутриигровой валюты остается на прежнем уровне.

Если игрок долго не заходит в приложение, ему предлагается для разминки пройти несколько упражнений, которые помогут ему вспомнить пройденный ранее материал и легко заново влиться в процесс обучения.

В настоящее время реализован прототип первой мини-игры. Она посвящена проблеме раздельного сбора отходов. Игроку предлагаются различные виды отходов и варианты баков для раздельного сбора. Игроку необходимо правильно выбрать, в какой бак распределить отход. Например, на рис. 1 игроку необходимо выбрать, в какой бак распределить бытовой отход – лампочку накаливания. На выбор ему предлагается три варианта: бумажные отходы, опасные отходы или органические отходы.

В том случае, если игрок не знает правильного ответа, он может либо дать ответ наугад и посмотреть результат, либо ознакомиться с теоретическими материалами. Возможность ознакомиться с теоретическими материалами остается и после того, как игрок дал свой ответ, вне зависимости от того, правильным он был или нет.

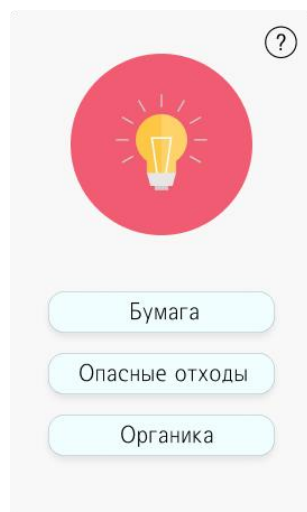


Рис. 1. Экран типового вопроса в мини-игре по раздельному сбору отходов

В том случае, если игрок делает правильный выбор, экран игры изменится в соответствии с рис. 2. Правильно выбранный вариант ответа будет подсвечен зеленым цветом, а два других варианта, неправильных, не изменят свой цвет.

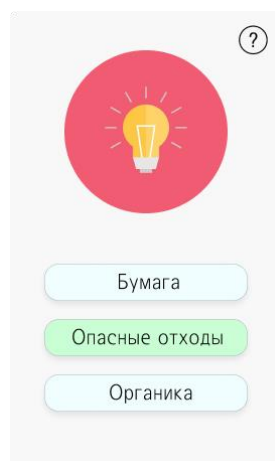


Рис. 2. Экран правильного ответа в мини-игре по раздельному сбору отходов

В том случае, если игрок дает неверный ответ, как на рис. 3, его выбор подсвечивается красным цветом, сигнализирующим об ошибке. Вместо этого игроку предлагается обратить внимание на ответ, подсвеченный зеленым цветом – он и является правильным.

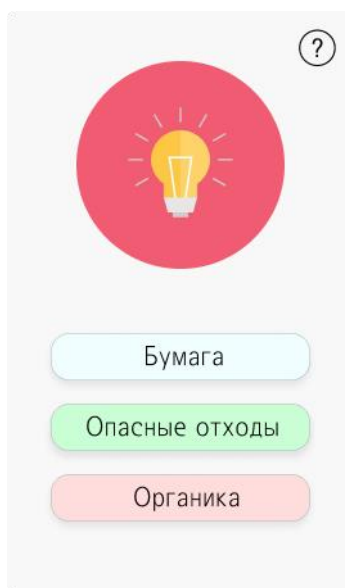


Рис. 3. Экран неправильного ответа в мини-игре по отдельному сбору отходов

Вне зависимости от того, какой ответ дал игрок, после ознакомления с правильным вариантом ответа он продолжает мини-игру до тех пор, пока в ней не кончатся этапы. В зависимости от уровня сложности каждая мини-игра включает в себя от 5 до 15 этапов. Кроме того, с ростом уровня сложности количество предлагаемых баков для сортировки увеличивается. На максимальном уровне их число достигает пяти.

Следует отметить, что внешний вид разработанного прототипа может отличаться от финальной версии игры.

В дальнейшем планируется реализовать еще две мини-игры. В первой игроку необходимо определить, является ли показанная ему картинка экомаркировкой или гринвошингом. Вторая игра – викторина, где за ограниченное время игроку нужно ответить на как можно большее число вопросов.

Исходя из изученных работ в области создания мобильных обучающих игр, можно отметить, что экологические обучающие игры распространены слабо и на мобильном рынке практически не представлены. Это означает, что разработка подобного проекта может быть актуальна как для образовательных программ, так и для массового потребителя.

Литература

1. Михайленко Т.М. Игровые технологии как вид педагогических технологий // Педагогика: традиции и инновации: материалы Международной научной конференции. 2011. С. 140–146.
2. Kapp Karl. The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education. – Pfeiffer and ASTD. 2012. 297 p.
3. Roberto Dillon. On the Way to Fun. An Emotion-Based Approach to Successful Game Design. A.K. Peters, Ltd. 2010. 200 p.

4. Шестов А. Основы игрового баланса: Количественные показатели и статистика / DTF [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dtf.ru/gamedev/447-game-balance-7> (дата обращения 09.12.2019).
5. Jesse Schell. The Art of Gamedesign. A Book of Lenses. Taylor & Francis Group, LLC. 2015. 555 p.



Малышкина Виктория Михайловна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
студент группы № W42521,
направление подготовки: 27.04.01 – Стандартизация и метрология,
e-mail: ms.russianguard@mail.ru

УДК 658.562.012.7

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В КОНТРОЛЕ И УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

В.М. Малышкина

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

В работе рассмотрены статистические методы контроля качества, используемых во всех сферах промышленности, в том числе пищевой. В том числе изучен такой статистический инструмент как приемочный контроль. Так же, изучено влияния этих методов на эффективность работы предприятий.

Ключевые слова

Качество, система управления качеством, контроль качества, статистические методы.

В соответствии ГОСТ Р 50779.30-95 «Статистические методы. Приемочный контроль качества. Общие требования» и ГОСТ Р 50779.52-95 «Статистические методы. Приемочный контроль качества по альтернативному признаку» для организации создается индивидуальная таблица «Допустимый план статистического контроля поставщика» для чаще всего поступаемых объемов партий предприятием. Соответствующие каждому объему оперативные характеристики (рассматривается 5, чаще всего принимаемых объемов, в кг) строятся на основании собранных в ходе исследования данных.

Допустимый план статистического приемочного контроля поставщика – план контроля, удовлетворяющий ограничению на риск потребителя при контроле поставщика.

Оперативная характеристика (ОХ) – зависимость, которая выражается с помощью уравнения, таблицы или графика, выражающаяся с помощью отношения вероятности приема партии продукции от качества, для данного плана выборочного контроля [1].

Целью построения индивидуальной таблицы является определение приемочного числа для принимаемого предприятием объема с помощью выборки (часть генеральной совокупности элементов, рассматриваемая в эксперименте), то есть, необходимо определить число единиц продукции, по которому определяется качественность партии.

Входной контроль для покупателя обычно ставит задачу забраковать большую часть партий, в которых доля дефектных изделий такое, которое потребитель принять не может.

Вывод о качестве партии можно сделать определить по уровню показателей качества AQL и LQ, а так же важными показателями, которые используются при определении качества партии и поиска объема выборки являются уровень дефектности и браковочное число. Вероятность в данном случае описывается гипергеометрическим распределением. Гипергеометрическое распределение в теории вероятностей моделирует количество удачных выборок без возвращения из конечной совокупности [2].

Исходя из законов теории вероятности, такое решение минимизирует риск, то есть, необходимо построить ОХ, которая описывается по формуле (1):

$$F(q) = \sum_{x=0}^{x=m} P(n; x), \quad (1)$$

где $F(q)$ – вероятность приемки партии изделий, среди которых доля дефектных изделий составляет q ;

m – приемочное число;

$P(n, x)$ – вероятности появления в выборке бракованных изделий, когда x последовательно принимает значения от 0 до m .

По гипергеометрическому закону распределения, для определения искомых параметров воспользуемся формулой [3] (2):

$$P(q) = \frac{C_N^m * C_{Nq}^{n-m}}{C_N^n}, \quad (2)$$

где m – приемочное число;

n – объем выборки;

N – объем партии.

Если уровень дефектности превышает уровень предельного качества, партию на производство принимать не стоит. А если приемлемый уровень качества выше уровня дефектности, партии являются годными.

Важными так же являются уровни значения показателей риска α и β , то есть, браковочный уровень качества (браковочное число) и вероятность приемки партии с браковочным уровнем качества (риск потребителя), т.е. возможный средний процент принятых партий с браковочным уровнем качества [4]. В данном случае, уровень данных показателей определен участниками в договоре поставки, как и большинстве случаев он имеет значение 0,05. Также показатели уровней риска поставщика и покупателя можно определить в соответствии с ГОСТ Р 50779.30-95. Важным моментом является то, чтобы риски поставщика и потребителя не превышали установленные договором α и β .

Имея все необходимые данные, после решения системы уравнений (1) найдем неизвестные параметры, а объем выборки и приемочное число [5, 6].

$$\begin{cases} P(q) = \sum_{q=0}^c P_n(q) = 1 - \alpha, \text{ где } q = \text{AQL} \\ P(q) = \sum_{q=0}^c P_n(q) = \beta, \text{ где } q = \text{LQ} \end{cases} \quad (3)$$

Итогом работы является индивидуальная таблице, для чаще всего принимаемых предприятием объемов партий.

Таблица

Допустимый план статистического контроля поставщика

N (объем партии, ед.)	n (объем выборки, ед.)	AQL/LQ (%)				
		1/3	1,5/3,5	2/4	3/4,5	0,5/1
140	7	2,1	↓	↓	↓	↓
210	15	↑	4,32	↓	↓	↓
370	21	↑	↑	6,38	↓	↓
510	42	↑	↑	↑	7,01	↓
50	1			↑	↑	0,002

Литература

1. ГОСТ Р 50779.0-95 Статистические методы. Основные положения. Введ 1996.07.01. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов 1996. 21 с.
2. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015. Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта. –Введ. 2016-12-01. М.: Стандартиформ: Изд-во стандартов. 2016. 46 с.
3. Письменный Д.Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам. 3-е изд. - М.: Айрис-пресс. 2008. 288 с.
4. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]. Электрон. дан / Режим доступа: <https://teorver-online.narod.ru> свободный. Загл. с экрана.
5. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2004. 573 с.
6. Манита А.Д. Теория вероятностей и математическая статистика teorver-online.narod.ru/. Дата обр. 12.12.2019.



Мартыненко Константин Валерьевич

Год рождения: 1997
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы №_Т41505с,
направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство,
e-mail: kostyatipton@gmail.com



Малышева Марина Олеговна

Год рождения: 1998
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы №_Т41505с,
направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство,
e-mail: malysheva.marina98@mail.ru



Коржова Анастасия Евгеньевна

Год рождения: 1997
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы №_Т41505с,
направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство
e-mail: korzhova_nastena@mail.ru



Красильников Алексей Денисович

Год рождения: 1997
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы №_Т41504с,
направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство,
e-mail: rabindranattagorpeace@gmail.com



Мешавкин Семен Сергеевич

Год рождения: 1997
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы №_Т41504с,
направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство,
e-mail: meshavkin@bk.ru



Коршак Ксения Алексеевна

Год рождения: 1997
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы №_Т41504с,
направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство
e-mail: kka7991@gmail.com



Рахманов Юрий Алексеевич

Год рождения: 1998
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент,
e-mail: jarahmanov@itmo.ru

УДК 628.474.3

**ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ**

**К.В. Мартыненко, О.В. Малышева, А.Е. Коржова, А.Д. Красильников,
С.С. Мешавкин, К.А. Коршак**

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю.А. Рахманов

Работа выполнена в рамках НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

Рассмотрен зарубежный опыт, модели управления и методы утилизации муниципальных отходов. на основе термических методов. Показано, что метод утилизации отходов путем сжигания широко применяется в различных странах мира, достигая, например, более 50% в Швеции. Приводятся примеры наилучших практик из Китая, Японии, Швеции и Швейцарии.

Ключевые слова

Мусоросжигательные заводы, методы утилизации, технологии сжигания, очистка газов.

Сейчас вопрос утилизации отходов остро стоит на повестке дня во всем мире. России необходимо изучать и заимствовать опыт других стран в области переработки отходов. Так, по примеру швейцарских заводов по сжиганию муниципальных отходов к 2022 году планируется построить четыре мусоросжигающих объекта – три в Московской области и один в Татарстане.

Целью настоящей работы являлось изучение наилучших доступных технологий термического обезвреживания отходов в тех странах мира, где накоплен передовой опыт в данной области – Китае, Японии, Швеции и Швейцарии.

Китай

В 2020 году в Китае в городе Шэньчжэнь будет введен в эксплуатацию завод Shenzhen East Waste-to-Energy Plant. Предполагается, что он будет самым большим в мире заводом по производству энергии из мусора. Данный завод будет перерабатывать до 5000 т отходов в день. На нем будут введены в действие самые передовые технологии сжигания мусора [1].

Завод имеет кольцевую структуру. Внутри него оборудованы смотровые площадки, откуда посетители смогут наблюдать за технологическими процессами. А с крыши будет открываться вид на город Шэньчжэнь и на пейзаж вокруг. Проемы в круговом фасаде будут обеспечивать естественную вентиляцию в сооружении. Для предотвращения распространения производственного шума и запаха за пределами завода в сооружении будет встроена внутренняя изоляция [2].

На заводе будет функционировать умная кровельная система: две трети крыши будут покрыты солнечными батареями, а остальная часть будет покрыта прозрачными панелями для увеличения проникновения внутрь естественного освещения. Также часть крыши будет «зеленым» участком для сбора и рециркуляции воды.

На заводе будет использоваться технология DynaGrate, производством которой занималась Дания. В отличие от других типов решеток в DynaGrate не происходит физического контакта между ними. Эта уникальная конструкция лимитирует износ и сводит к минимуму механические воздействия внутри решетки. Данная механическая конструкция системы DynaGrate разработана для того, чтобы увеличить доступность и уменьшить эксплуатационные затраты. Еще одно преимущество данных решеток – уникальная система охлаждения: полностью интегрированная система водяного охлаждения обеспечивает стабильную работу и высокую доступность системы сгорания.

Механическое разрушение слоя отходов на решетке приводит к тщательному перемешиванию и, таким образом, к превосходным условиям сгорания, что приводит к некоторым очень низким значениям общего содержания органического углерода в зольном остатке. Включение вычислительной гидродинамики, разработанной системой надувочного воздуха VoluMix, помогает снизить CO и общее содержание углерода до минимума в газовой фазе. Решетка напоминает лестницу. Отдельные ступени – решетки попеременно располагаются горизонтально и вертикально. Эти решетки установлены на валах. Поскольку решетки одного вала мешают стержням смежного вала, образуется непрерывный решетчатый коврик. Когда вал поворачивается на 60° в противоположных направлениях, ступени меняются с вертикального на горизонтальный и с горизонтального на вертикальный. Это создает волнообразное продольное движение, которое, в свою очередь, обеспечивает оптимальный оборот топливного слоя.

Благодаря водяному охлаждению обеспечивается превосходная прочность решетки для сжигания отходов высокой теплотворной способности, которые могут вызвать большие тепловые напряжения в решетке [3].

Япония

Япония начала заниматься решением проблемы переработки отходов еще с XI века. Уже в те времена в стране собирали бумажные отходы и перерабатывали их. В наши дни в Японии создают острова из переработанных отходов, а проблема сбора и

утилизации мусора стала способом жизни. Данный вопрос регламентирован на государственном уровне.

На момент строительства завода Майсима в Осаке было уже 9 мусоросжигательных заводов. Строительство десятого позволило городу вообще отказаться от полигонного захоронения отходов. МСЗ Майсима вырабатывает 10 МВт энергии, треть которой идет на внутреннее потребление завода, а остальная – на нужды города. В упирающемся в небо золотом куполе спрятаны суперсовременные фильтры многоступенчатой очистки отходящих газов. Промышленный комплекс Майсима состоит из двух блоков: по переработке и сжиганию бытовых отходов и по сжиганию илового осадка от сточных вод с тщательным соблюдением всех высоких экологических стандартов. Все предприятие работает на электричестве, полученном при сжигании мусора. После того, как мусор сожгли, остается шлак, который японцы используют в строительстве.

Лидером по количеству мусоросжигательных заводов является Токио. Первый завод по сжиганию мусора в Токио был построен еще в 1924 году. Теперь в черте города действуют 22 суперсовременных предприятия. Один из них – завод Катсусика. Завод настолько автоматизирован, что за смену на нём работает всего 25 человек. В день такой завод перерабатывает 500 тонн мусора, из которых вырабатывает 13 МВт электроэнергии и снабжает горячей водой все дома округа.

Совершенствование деятельности по переработке отходов позволило решить многие экологические и социальные проблемы Японии. Жители, компании государственного и частного секторов вместе изучали идеальные модели управления отходами в крупных городах по мере его совершенствования на протяжении последнего века с целью их реализации. Таким образом, можно выделить основные принципы управления отходами по Японской модели:

Работа над сокращением объёма отходов, сортировка отходов на месте и утилизация на основе подхода трех R (reduce – сокращение, reuse – повторное использование, recycle – утилизация). Классификация отходов, непригодных для сжигания, путем сортировки и преобразования отходов в ресурсы.

Эффективный сбор всех отходов в день появления с последующей транспортировкой на перерабатывающие мощности: мусоросжигательные заводы. Уровень вывоза собранных отходов – 100%.

Безопасная переработка отходов на мусоросжигательных заводах в центре городов. Выработка и сбор больших объемов тепло- и электроэнергии за счет технологии термической утилизации.

Организация и эксплуатация полигонов, соответствующих гигиеническим требованиям. Создание новых площадей за счет размещения негорючих отходов и золы на морском дне.

Мусоросжигательные заводы в Токио построены по самым современным стандартам, благодаря чему достигается безопасная и стабильная эксплуатация. Эти заводы отвечают следующим требованиям:

1. Длительный срок службы. Срок эксплуатации 25 – 30 лет за счет модернизации, ремонта, увеличения срока службы основного оборудования.
2. Переработка больших количеств отходов. Ежедневная производительность – 7546 т, сокращение объема отходов примерно в 20 раз благодаря сжиганию.
3. Сокращение выбросов вредных газов. Среднее измеренное значение диоксинов 0,00000018 – 0,0031 нг/м³ (допустимая концентрация 0,1 нг/м³).
4. Высокие мощности. Выработка электроэнергии 1,2 млрд кВт·ч, выручка от продажи электроэнергии порядка 4,7 млрд. рублей.
5. Стабильная эксплуатация. Непрерывная круглосуточная эксплуатация за счет автоматизации при снижении трудозатрат операторов [3].

Швеция

Если рассматривать схему управления отходами в Швеции, то можно заметить, что менее 1 % от общего числа мусора попадают на свалки. Большая часть, а именно 51 % сжигают на специализированных заводах и в последствии получают энергию для подпитки близлежащих городов и поселений. Около 33% мусора перерабатывают повторно. Например, в 2017 году все металлические пробки были переплавлены и ушли на создание автомобилей Volvo. Статистика получилась внушающей. На выходе 2200 автомобилей. Для компании – дополнительный пиар, для жителей страны – популяризация идеи. Около 15 % мусора – органические отходы. Их отправляют на биологическую обработку, для последующего получения биогаза. Таким образом, в Швеции хоть и достаточно большое количество сжигаемого мусора, в данный момент они стремятся увеличить процент именно повторно перерабатываемого сырья [4].

Например, завод Waste to Energy в шведском городке Линчёпинге стоил 85 млн евро и при этом окупился всего за 4 года. На нем хочется остановиться подробнее.

Процесс продолжается 24 часа в сутки, чтобы помочь заправить эту электростанцию Tekniska Verken, муниципальной государственной компанией в Линчепинге, городе в 125 милях к югу от Стокгольма. Это одна из 34 шведских электростанций, работающих на отходах. Вместо сжигания угля или газа эта электростанция сжигает мусор. По данным компании, четыре тонны мусора содержат энергию, эквивалентную одной тонне нефти, 1,6 тонны угля или пяти тоннам древесных отходов. Тепло превращается в пар, который вращает турбины для выработки электроэнергии, очень похожей на обычные электростанции, которые сжигают уголь или газ.

Мусор составляет небольшую часть общего энергоснабжения Швеции; гидро- и атомная энергия вырабатывают около 83 процентов электроэнергии Швеции, а ветер – еще 7 %. Но мусор обеспечивает большую часть тепла в холодные месяцы для почти 10 миллионов жителей страны.

Отходы выбрасываются в зону хранения, где они захватываются и опускаются в бункер. Отходы постепенно выталкиваются в установку для сжигания отходов, которая работает при температуре 800 градусов Цельсия. Тепло от сжигания отходов используется в котле, а пар из него направляется в паротурбогенератор для выработки электроэнергии. Дымовые газы попадают на очистные сооружения. Объединение нескольких этапов процесса происходит в многоступенчатых скрубберах, тем самым снижает требования к пространству, а встроенные циркуляционные резервуары сводят к минимуму потребление энергии в насосной системе [5].

Швейцария

Технология термической очистки, являющаяся основополагающей в работе мусоросжигательных заводов HZI, построена на принципе сбора отходов в загрузочный бункер, которые оттуда подающим устройством выталкиваются на решетку. Интегрированная система управления поддерживает стабильную подачу и оптимизирует необходимое положение огненного потока на решетке. По завершении процесса горения, из образовавшейся золы извлекают металлы для дальнейшего использования. Саму золу направляют строго на утилизацию (захоронение на полигоне в виде бетонных блоков), не используя ее в качестве вторичного сырья. Помимо образования золы, при горении отходов выделяются газы, они смешиваются с вторичным воздухом и рециркулируют дымовые газы над решеткой. Таким образом достигается 100 % сгорание ТБО при низких выбросах монооксида углерода, оксида азота [6].

Заключение

В настоящее время Евросоюз исключил сжигание мусора в целях получения энергии из видов экономической деятельности, которые считаются «получением прибыли от устойчивой деятельности» — той, что может значительно минимизировать изменение климата и которая не приносит значительного вреда для других природоохранных взаимодействий.

Основной акцент в мировой практике сделан на переход к циркулярной экономике, предотвращению образования отходов и рециклинг. «Систематизация ЕС» исключает деятельность по сжиганию мусора в целях получения энергии, но допускает термическое обезвреживание не утилизируемых фракций, которые не подлежат переработке при условии, если такая деятельность не противоречит природоохранным целям и изменению климата.

Опираясь на международный опыт, Россия должна разумно подходить к выбору технологий мусоросжигания, применяя их только после тщательной сортировки, переработки и использования вторичных ресурсов. В этом смысле деятельность по сжиганию мусора в целях получения энергии не будет противоречить ключевым природоохранным целям в нашей стране: обеспечению перехода к циркулярной экономике, предотвращению образования отходов и рециклингу отходов.

Литература

1. Самый большой мусоросжигательный завод построят в Китае // ЭкоТехника. 2016.
2. Amy Frearson. World's largest waste-to-energy plant proposed for Shenzhen // Dezeen. 2016.
3. Waste Management Associations of 23 Tokyo Districts [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.union.tokyo23-seisou.lg.jp> (дата обращения: 15.11.2019)
4. Amy Yee. In Sweden, Trash Heats Homes, Powers Buses and Fuels Taxi Fleets // nytimes – 2018.
5. SYSAV [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sysav.se/> (дата обращения: 20.11.2019).
6. Hitachi zosen inova [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hz-inova.com/cms/en/home?page_id=1185 (дата обращения: 19.12.2019).



Маслова Софья Сергеевна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность,
e-mail: soffiyam@mail.ru



Василевская Анна Васильевна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
ассистент,
e-mail: 2404799@mail.ru



Кустикова Марина Александровна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н доцент,
e-mail: makustikova@corp.ifmo.ru

УДК 504.06

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМ СОВРЕМЕННЫХ
ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ**
С.С. Маслова, А.В. Василевская
Научный руководитель – доцент М.А. Кустикова

Аннотация

В работе выполнен комплексный анализ конструкций современных шумозащитных экранов. Выполнена оценка их акустической эффективности в зависимости от конструкции. Выявлены основные конструкции, использование которых нерационально и экономически не выгодно. Предложена оптимальная конструкция шумового экрана.

Ключевые слова

Шум, шумозащитные экраны, акустические экраны, конструкции экранов, акустическая эффективность, материал.

В настоящее время человеку приходится существовать в условиях постоянного вредного фактора шумового воздействия. С каждым днем проблема воздействия шума становится все более значимой.

В условиях города шумозащитный экран считается основным средством защиты от вредного шумового воздействия, которое исходит от железнодорожного и автомобильного транспорта, но в настоящий момент под влиянием множества

факторов экраны не дают достаточных характеристик снижения шума, заявленных производителем.

Для анализа в данной статье были выбраны основные конструкции шумозащитных экранов используемые в РФ.

Экран «вертикальная стенка»

Из проведенных исследований и их анализа можно сделать следующие вывод. Чем больше высота шумозащитного экрана, тем не существеннее растет величина эффективности шумозащитного экрана (рис. 1).

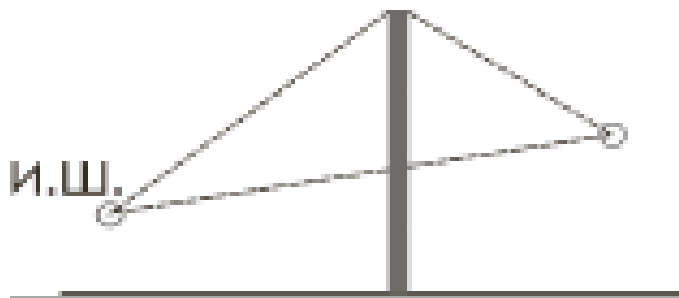


Рис. 1 Экран «вертикальная стенка» [1]

Проведенный анализ данных показал, что экран, установленный на расстоянии 1-5 м от обочины дороги практически не оказывает влияния на акустическую эффективность экрана. На 1 метр высоты экрана происходит увеличение его эффективности по усредненным показателям на 2 дБА.

Экран со звукопоглощением

Чтобы предотвратить многократное отражения звука между двумя шумозащитными экранами, установленными по обеим сторонам дороги – поверхность экрана необходимо облицевать специальным звукопоглощающим материалом. Данное действие приведет к существенному снижению части дифрагирующего звука и приведет к минимуму отраженный звук от шумозащитного экрана.

Добавить эффективность экрану так же возможно при помощи специальных конструкций, установленных на его верхнем ребре. Эти конструкции играют роль рассеивания и поглощения дифрагирующей волны.

На основании проведенного исследования можно следуют выводы:

При облицовке экранов большей высоты и экранов меньшей высоты одним и тем же звукопоглотителем дополнительное снижение шума экраном большей высоты на 2-3 дБА выше, чем для экранов меньшей высоты. При этом коэффициент звукопоглощения экрана должен составлять 0,8-1,0 [3].

Следовательно, идет вывод, что облицовка экрана звукопоглощающим материалом дает куда больший выигрыш при экране большей высоты и при использовании материала с большим коэффициентом звукопоглощения.

Наклонный экран

В ситуации, когда необходимо защитить общественные здания от воздействия шума, а шумозащитный экран является отражающим и не имеет звукопоглощающей облицовки, то для того, чтобы уменьшить отражения звука от экрана – тот может быть наклонен по отношению к поверхности под определенным углом α (рис. 2).

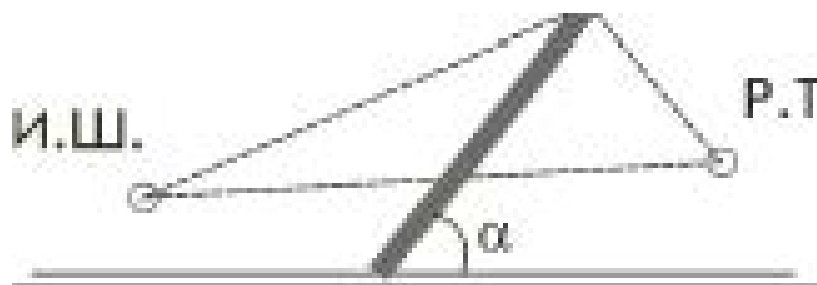


Рис. 2. Наклонный экран [1]

В ходе анализа выяснялось, есть ли какая-то дополнительная акустическая эффективность при использовании наклонного экрана, в сравнение с вертикальным экраном аналогичной высоты. И было установлено, что акустическая эффективность вертикального экрана намного выше экрана наклонного. Чем меньше угол наклона, тем хуже акустическая эффективность экрана.

Дана рекомендация, что не следует прибегать к применению наклонных экранов, так как те имеют не высокую акустическую эффективность и в дополнение ко всему использования и установки дополнительных конструкций, для поддержания стойкости экрана. При необходимости уменьшить отражение звука на противоположную застройку лучше применить прямой экран со звукопоглощением [2].

Экраны с надстройкой в верхней части

Для увеличения акустической эффективности шумозащитного экрана в его верхней части возможно соорудить надстройку (верхнее ребро, полка). Положение козырька в пространстве можно охарактеризовать с помощью угла α (рис. 3).

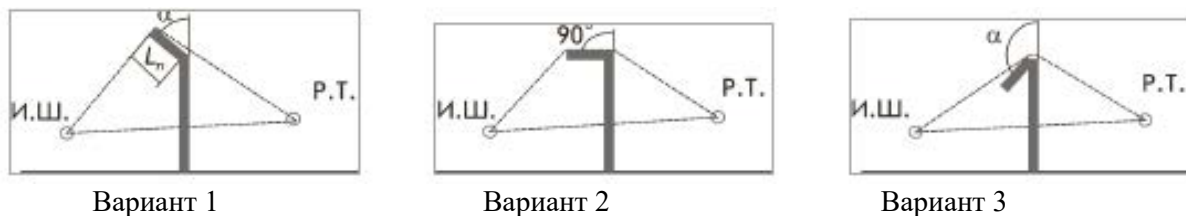


Рис. 3. Экран с козырьком под разными углами α [1]

В вариантах 1 и 3 – дифрагированный луч проходит по верхней части поверхности надстройки. Тогда для ослабления дифрагированной волны верхнюю часть конструкции облицовывают звукопоглощающим материалом. При углах наклона α примерно равным 90° экран становится Г-образным.

В варианте 2 – облицовка верхней поверхности козырька возможна, но ее эффективность будет существенно ниже.

Анализ влияния величины надстройки и угла ее наклона на акустическую эффективность экрана показал следующее:

Целесообразно принимать и использовать в конструкции экрана угол наклона верхней надстройки в пределах от 15 до 45° . При этом, козырек должен быть широким, так как дает больший прирост к акустической эффективности.

Можно сделать вывод, что сооружение Г-образных экранов является экономически не выгодно действом, так как они дают небольшой прирост к акустической эффективности, а использование надстройки существенно удорожает производство конструкции.

Анализ исследований экранов с козырьком постоянной ширины, под разными углами, показал, что наибольший прирост эффективности экрана с козырьком наблюдается при угле наклона в пределах от 15 до 45° [1]. Он составляет 3-7 дБА.

Экраны-насыпи (земляные валы)

Экраны-насыпи на территории Российской Федерации практически не используются, т.к само сооружение имеет неэстетический внешний вид, подготовка места для реализации и сама реализация экономически не выгодна, да и сама конструкция занимает большую площадь (рис. 4).

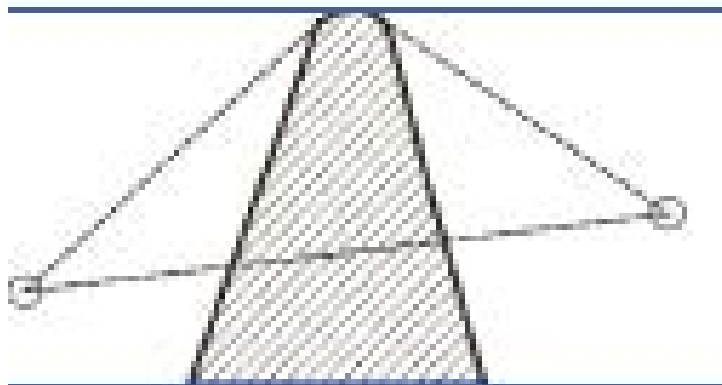


Рис. 4. Экран-насыпь [1]

Оптимальной высотой насыпи, исходя из расчетов считают от 5 до 10 м. Если насыпь имеет высоту 3 метра – тогда ее эффективность всего на 2 дБА выше экрана «вертикальной стенки», что нецелесообразно.

Таким образом, из результатов проведенного анализа актуальных форм современных шумозащитных экранов следует, что можно добиться высокой акустической эффективности шумозащитного экрана, если изменять конструкцию верхней надстройки (изменение формы, габаритов, применять специальные насадки и прочее) по сравнению со стандартным экраном-вертикальной стенкой, при этом не увеличивая высоту самого экрана.

Литература

1. Аистов В.А., Шубин И.Л. Исследование влияния формы шумозащитного экрана на его акустическую эффективность // Строительные науки – 2009. (дата обращения: 12.12.2019).
2. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник / Иванов Н.И. - 3-е изд. перераб. и доп. М.: Логос. 2013. 201 с.
3. ГОСТ 23499-2009 «Материалы и изделия звукоизоляционные и звукопоглощающие строительные все звукопоглощающие материалы и изделия».



Маюрова Александра Сергеевна

Год рождения: 1993
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
ст. преподаватель,
e-mail: asmaiurova@gmail.com



Кустикова Марина Александровна

Год рождения: 1958
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
доцент,
e-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 911.9

**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ АНАЛИЗА ПЕРВИЧНЫХ УСЛОВИЙ СУЩЕСТВОВАНИЯ
ПЕРВЫХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ХОЗЯЕВ *OPISTHORCHIS FELINEUS*
А.С. Маюрова, М.А. Кустикова**

Аннотация

В данной статье выполнен анализ паводковой обстановки для рек Обь и Иртыш с помощью геоинформационных систем. Данный анализ использовался для определения влияния площади бассейна рек в период половодья на плотность популяций моллюсков семейства *Bithyniidae* – первых промежуточных хозяев возбудителей описторхоза.

Ключевые слова

Описторхоз, гидрологический режим рек, природноочаговые болезни, геоинформационные системы, *Bithyniidae*.

Описторхоз относится к природно-очаговым болезням, встречающимся на определенных территориях, где природные и климатические условия обеспечивают постоянную циркуляцию возбудителя среди животных.

Природные очаги неодинаковы по своим очертаниям, размерам и эпидемическим проявлениям. Размеры зависят от вида возбудителя и особенностей его связей с хозяевами, от природной обстановки и социально-бытовых условий населения, от наличия естественных преград и т.д. [1].

Самый крупный и напряженный очаг описторхоза в мире – Обь-Иртышский, охватывающий 10 краев и областей России и Казахстана [2]. Ханты-Мансийский автономный округ - Югра является одним из нескольких гиперэндемичных регионов, что препятствует устойчивому развитию округа. В данном регионе заболеваемость описторхозом в 2012 году составила 606,5 на 100 тыс. населения, что в 27 раз больше среднего показателя по Российской Федерации [3]. В 2017 году данный показатель заболеваемости составил 261,1 на 100 тыс. населения.

В полном цикле развития двуустки участвуют два промежуточных хозяина – моллюски семейства *Bithyniidae* и рыбы семейства карповых, а также один окончательный – человек или плотоядные животные.

Целью данной работы является изучение влияния площади бассейна рек на плотность популяции моллюсков семейства *Bithyniidae* с помощью геоинформационных систем

Исследование проводилось в летние месяцы с 2012 по 2018 год. Моллюски собирались в двух точках в небольших пойменных водоемах, заполненных водой в следствие паводка на реке Обь в окрестностях г.Сургута и реке Иртыш около г.Ханты-Мансийск.

В результате многолетних исследований в данных водоемах были обнаружены два вида моллюсков семейства *Bithyniidae*: *Bithynia troscheli* и *Bithynia tentaculata*.

Для определения влияния гидрологических показателей рек на количественное развитие битиний в ходе данного исследования проводилась оценка площади бассейна рек Обь и Иртыш в исследуемых точках в межень и половодье.

Площадь бассейна рек определялась с использованием спутниковых снимков (Landsat 7 и 8), находящихся в открытом доступе. По данным, полученным со снимков, с помощью программного обеспечения QGIS создавались векторные карты русла рек в межень и выхода рек из берегов в половодье. Все снимки обрезались по одним и тем же координатам, соответствующим местам вылова битиний около городов Сургута и Ханты-Мансийска. Примеры итоговых вариантов векторных карт представлены на рисунке.

С помощью программного обеспечения QGIS определялась площадь векторного слоя бассейна реки в межень и половодье.

Плотность популяции моллюсков зависит от площади бассейна рек во время весенне-летнего половодья, так как с увеличением площади водоема увеличивается их возможный ареал обитания, увеличивается количество водной растительности и объем источников питания для моллюсков.

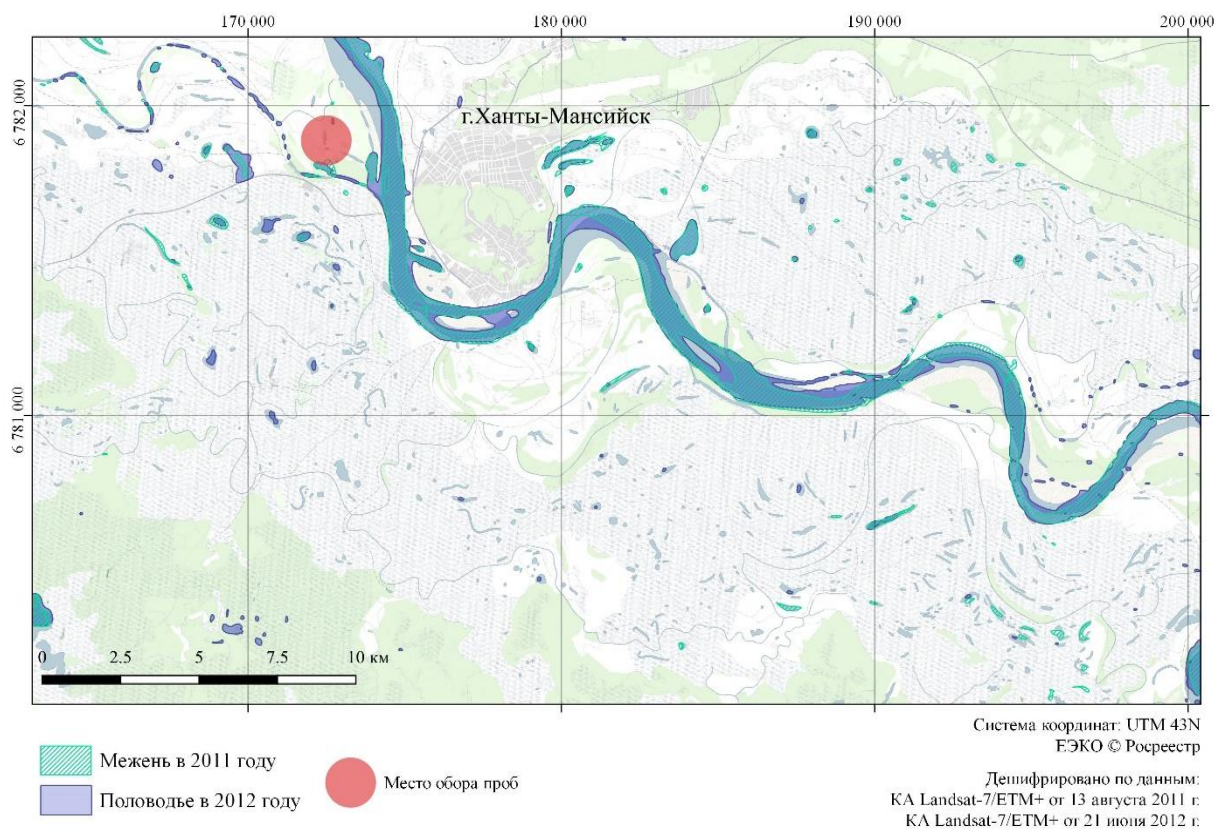
С увеличением площади затопления поймы возрастает вероятность попадания фекалий человека и животных, содержащих яйца *O. felineus*, в водоемы, следовательно, увеличивается вероятность заражения моллюсков трематодами.

Результаты определения площади бассейна Оби и Иртыша представлены в таблице.

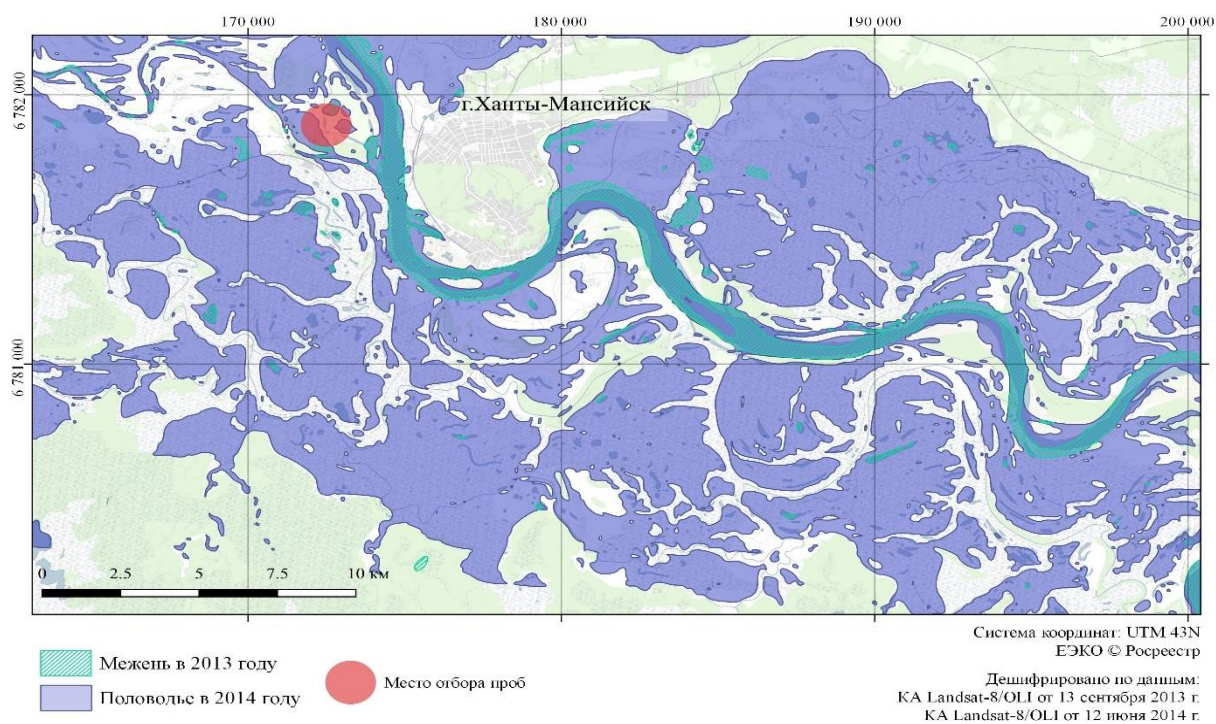
Таблица

Площадь бассейна реки Обь и реки Иртыш в межень и половодье в 2011-2018 гг

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
р. Обь								
Межень, км ²	72,51	67,90	74,68	82,07	78,90	73,13	87,71	–
Половодье, км ²	–	76,61	158,21	150,65	202,20	141,83	140,94	144,03
р. Иртыш								
Межень, км ²	35,70	26,19	30,87	38,98	45,39	35,03	40,33	27,11
Половодье, км ²	–	39,25	288,48	463,67	453,18	394,69	263,26	271,98



а



б

Рисунок. Площадь бассейна реки Иртыш: а – в межень 2011 года и половодье 2012 года;
б – в межень 2013 года и половодье 2014 года

Как видно из таблицы в 2012 году наблюдался малый подъем уровня воды в обеих реках. Площади бассейнов рек в половодье практически не отличались от меженных в предыдущий год. Осенью 2012 наблюдалась наименьшая площадь бассейна обеих рек за все года исследований.

В следующие несколько лет площадь бассейна обеих рек увеличивалась как в межень, так и в половодье, достигнув максимума в половодье для Иртыша в 2014 году, и для Оби в 2015 году.

В целом полученные данные о площади бассейнов исследуемых рек совпадают с официальными данными о высших уровнях воды весенне-летнего половодья Департамента экологии Ханты-Мансийского автономного округа – Югры¹.

Широкое распространение промежуточных хозяев *Opisthorchis felineus*, их высокие показатели инвазированности, недостаточная развитость очистки сточных вод и низкий охват лечения населения способствуют поддержанию и развитию природного очага описторхоза в округе.

Литература

1. Малхазова С.М., Миронова В.А. Природноочаговые болезни в России // Российская академия наук, журнал «Природа». 2017. №4. С. 37-47.
2. Николаева Н., Николаева Л., Гигилева О. Описторхоз (эпидемиология, клиника, диагностика, лечение) Красноярская государственная медицинская Городская клиническая больница №20 им. И.С. Берзона, Красноярск. 2003. 25 с.
3. Департамент здравоохранения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Приказ № 146/52 от 28 марта 2013 о дополнительных мерах по профилактике и организации медицинской помощи больным описторхозом. Ханты-Мансийск.

¹ Доклады об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 годах.



Миниахметова Айгуль Васимовна

Год рождения: 1997
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы № Т4153с,
направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и
ресурсосберегающие процессы в химической, технологии,
нефтехимии и биотехнологии,
e-mail: minaigul86@mail.ru



Сергиенко Ольга Ивановна

Год рождения: 1957
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент,
e-mail: oisergienko@itmo.ru

УДК 331.103.15

**ПРИМЕНЕНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ И
БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**

А.В. Миниахметова, О.И. Сергиенко

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

Аннотация

Рассмотрена инициатива в области социальной ответственности, которая может применяться компаниями добровольно для улучшения условий труда, обеспечения безопасности на рабочем месте и улучшения трудовой практики. Данная инициатива может применяться как в рамках ИСО 45001, так и ИСО 26000 или при их интеграции в системе менеджмента. Приводятся результаты количественной социальной оценки жизненного цикла бытовой электроники на сборочном производстве в Северо-Западном федеральном округе.

Ключевые слова

Социальная ответственность, социальная оценка жизненного цикла, нетрудоспособность, метод DALY, охрана труда.

Устойчивое развитие тесно связано с социальной ответственностью. Цели устойчивого развития охватывают экологические, экономические и социальные сферы жизни общества. Выполняя свою деятельность, отвечающую концепции устойчивого развития, организация берет на себя социальную ответственность перед обществом и окружающей средой, которая раскрывается в стандарте ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Социальная ответственность организаций имеет особую важность, поскольку на передний план выходят вопросы управления социальным развитием организации, обеспечение социальной устойчивости, а также затрагиваются вопросы обеспечения безопасных условий труда, права на социальные гарантии и компенсации работников,

снижения случаев производственного травматизма и профессиональной заболеваемости [1].

Важной составляющей социальной ответственности является выявление причин и источников воздействия принимаемых решений и деятельности организации на отдельные лица или сообщества. Это дает возможность выявить наиболее важных заинтересованных сторон, в их число входят работники и владельцы организации. Такие заинтересованные стороны разделяют общие интересы и цели организации в организации эффективной производственной деятельности и экономической выгоде [2].

Применение системы менеджмента в сфере охраны труда в России регулирует ГОСТ Р ИСО 45001-2016, назначение которого состоит в том, чтобы обеспечить условия для управления рисками и возможностями в области охраны здоровья и безопасного труда (далее ОЗБТ) [3]. Главная цель функционирования системы менеджмента ОЗБТ заключается в применении превентивных мер для предотвращения травм и ущерба здоровью сотрудников, а также обеспечении безопасных для здоровья условий труда на рабочих местах.

Перспективным направлением развития социальной ответственности компаний является интеграция социальной оценки жизненного цикла продукта организации в систему менеджмента охраны труда, с учетом такого социального аспекта, как здоровье работника.

Основополагающие принципы проведения S-LCA (сокр. от social life cycle assessment) изложены в «Руководстве по социальной оценке жизненного цикла продукта», разработанного UNEP (сокр. от United Nations Environment Programme - Программа ООН по окружающей среде) в сотрудничестве с SETAC (сокр. от Society of Environmental Toxicology and Chemistry), в котором приводится перечень из шести категорий воздействия, одной из которых является здоровье и безопасность [4].

Социальная оценка жизненного цикла S-LCA – это метод, который можно использовать для оценки социальных аспектов продуктов, их фактического и потенциального положительного и отрицательного воздействия на протяжении жизненного цикла (рис. 1) [5].

S-LCA использует общие и специфичные для конкретной местности данные, которые могут быть количественными, полуколичественными или качественными и дополняют экологическую оценку жизненного цикла E-LCA (сокр. от environmental life cycle assessment) и метод учета затрат в жизненном цикле LCC (сокр. от life cycle costing) социальными и социально-экономическими аспектами, обеспечивая более полное представление о влиянии жизненного цикла продукции на окружающую среду и человека [5].

Выводы и рекомендации, основанные на результатах S-LCA, могут быть применены к проектированию и разработке продукции, стратегиям снижения и предотвращения загрязнения, разработке экологической политики организации и маркетингу. Такая оценка позволяет сравнить способы производства и выбрать наиболее благоприятный вариант с наименьшим воздействием на окружающую среду [5].

Методы

Для количественной оценки воздействия, возникающего в процессе производства, на здоровье человека на каждом этапе жизненного цикла продукта в исследовании предлагается применить метод DALY (сокр. от Disability-adjusted life year – Годы жизни, скорректированные по нетрудоспособности).

Метод DALY позволяет рассчитать продолжительность потенциальных лет жизни, утраченных из-за преждевременной смерти, и продолжительность дней,

потерянных по нетрудоспособности, возникающей в результате травматизма и профессиональных заболеваний в результате производственного процесса.

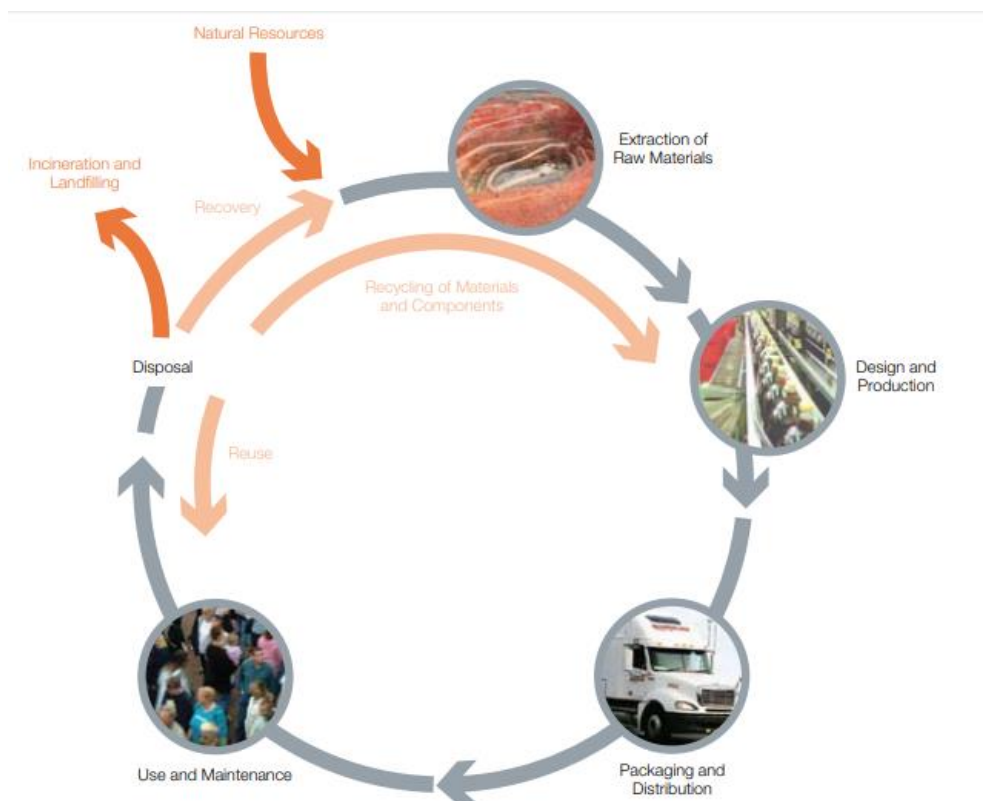


Рис. 1. Жизненный цикл продукта [5]

DALY рассчитывается как сумма потерянных лет жизни (YLL), в результате смерти, и лет жизни пострадавших вследствие нетрудоспособности (YLD) [6]:

$$DALY = YLL + YLD, \quad (1)$$

где YLL – разница между фактическим возрастом на момент смерти (t_{death}) и ожидаемой продолжительностью жизни в этом возрасте в популяции (t_{exp}), $YLL = t_{exp} - t_{death}$.

$$YLD = w \times D, \quad (2)$$

где w – коэффициент серьезности между 0 (полное здоровье) и 1 (полная инвалидность), D - длительность периода нетрудоспособности. Коэффициент w взят средний, равным 0,5.

Однако, оценить показатель YLL достаточно сложно, т.к. фактический возраст на момент смерти в открытых статистических сборниках не приводится.

Scanlon et al. разработали характеристику факторов воздействия на рабочую среду для большого числа видов промышленной деятельности. К ним относятся как травмы (такие как ушибы, раны), так и воздействие химических веществ на рабочем месте. Они рассчитываются как соотношение между DALY, связанным с рабочей средой для конкретной отрасли, и объемом физического производства в этой отрасли [6, 7]:

$$CF_{WE,n} = DALY_n / m_n, \quad (3)$$

где $CF_{WE,n}$ – коэффициент, учитывающий безопасность рабочей среды для отрасли n ; m_n – физическая продукция отрасли n .

$DALY_n$ количественно определяет ежегодную потерю трудоспособности в отрасли промышленности n . В результате расчетов выходная мощность m_n указывается в килограммах добытого сырья/производимого количества продукции. $CF_{WE,n}$ имеет размерность лет нетрудоспособности на килограмм сырья/количества продукта [7].

Результаты

Применение методики DALY в жизненном цикле рассмотрено на примере производства телевизоров в Северо-Западном федеральном округе, на одном из заводов, выпускающем 2 млн телевизоров в год, на условиях контрактной сборки. При средней массе телевизора 15,2 кг физическая продукция m_n составит 29580 т.

Жизненный цикл телевизора включает в себя следующие стандартные этапы: 1) добыча сырья; 2) производство деталь экрана телевизора, 3) сборка комплектующих телевизора; 3) упаковка товара; 4) транспортировка и реализация товара; 5) использование потребителем; 6) утилизация телевизора.

В качестве исходных данных были использованы сведения по количеству несчастных случаев и дней нетрудоспособности по данным РОССТАТ за 2018 год (таблица) [8].

Таблица

Сведения о пострадавших на производстве по территориям Российской Федерации по видам экономической деятельности за 2018 год (цитируется по [8])

Отрасль (по стадиям жизненного цикла)	Число предприятий, где имели место несчастные случаи	Численность работников на предприятии, человек	Численность пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом, человек	Из них со смертельным исходом	Число человеко-дней нетрудоспособности	Число человеко-дней нетрудоспособности на предприятии	$CF_{WE,n} \times 10^{-4}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Добыча природного газа	5	9393	6	0	330	66	11,156
Производство, передача и распространение электроэнергии	367	194	39	2	2635	7	1,183
1	2	3	4	5	6	7	8
Добыча металлических руд	2	9543	20	2	959	480	81,136
Производство основных химических веществ и пластмасс	42	12950	6	0	519	12	2,028
Производство кабельной арматуры	13	3483	9	1	347	27	4,564

продолжение таблицы

Отрасль (по стадиям жизненного цикла)	Число предприятий, где имели место несчастные случаи	Численность работников на предприятии, человек	Численность пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом, человек	Из них со смертельным исходом	Число человеко-дней нетрудоспособности	Число человеко-дней нетрудоспособности на предприятии	$CF_{WE,n} \times 10^{-4}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Производство бытовых приборов	12	1803	8	0	20	20	3,381
Сбор, обработка и утилизация отходов	103	76684	13	1	476	5	0,8452
ИТОГ						617	104,293

Выполненные расчеты (рис. 2) показывают, что наибольшие потери здоровья происходят на предприятиях по добыче металлических руд. На следующем месте производства, связанные с добычей природного газа. Следует, что именно данные производства являются наиболее опасными стадиями в жизненном цикле телевизора и накладывают дополнительную социальную ответственность на производителей.

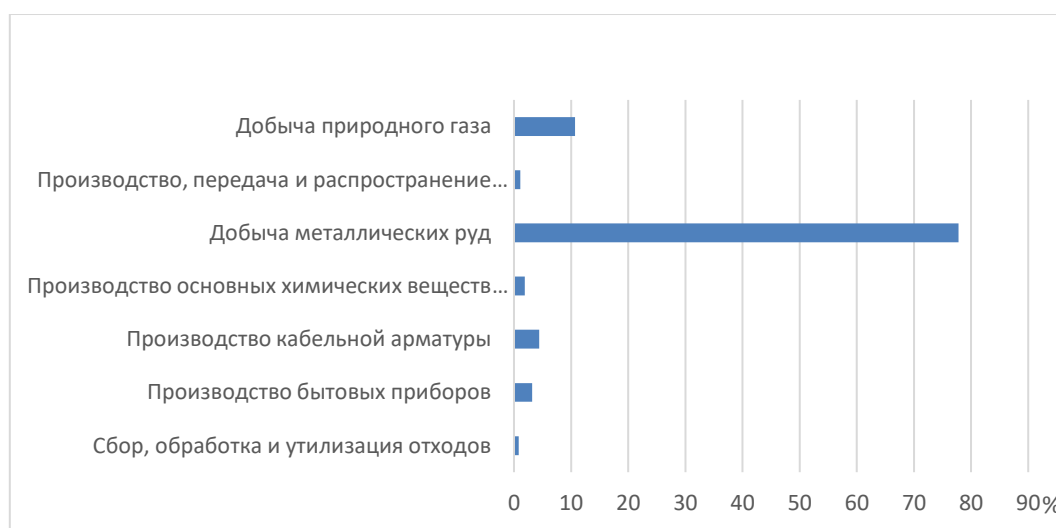


Рис. 2. Характеристика рабочей среды по отраслям (стадиям жизненного цикла) телевизоров

Обсуждения

Методика DALY позволяет провести количественную оценку и выявить стадии производства, на которых существуют наибольшие риски с точки зрения профессионального здоровья и безопасности труда. Зная эти стадии, можно предотвратить или уменьшить степень их отрицательного воздействия посредством применения инструментов менеджмента ОЗБТ.

Применение методики DALY, как выполнение S-LCA, не является способом уменьшения отрицательного воздействия, но может выступать в качестве инструмента для выявления процессов производства, имеющих наибольший риск фактического, а также потенциального отрицательного риска. Полученные результаты будут

способствовать дальнейшему изучению условий, снижающих отрицательные риски, выявлению процессов, которые безопасны для работников. Также данная информация будет способствовать пополнению положительной трудовой практики, которая может быть применена другими организациями смежных отраслей производства или с аналогичными технологиями производства.

Интеграция охраны труда и социальной оценки жизненного цикла является механизмом, который позволит организации управлять условиями рабочего места, учитывая риски, и в дальнейшем повышать безопасность, и, таким образом, брать на себя социальную ответственность перед работниками, подрядчиками и обществом.

Такой системный подход позволит не только разносторонне изучить социальную ответственность организации, но и оценить обоснованность создания продукта, учитывая все аспекты производства. Однако для получения достоверных результатов требуется формирование открытых баз данных по территориям и видам экономической деятельности.

Литература

1. Селиверстова М.В., Каленова А.Г. Социальная ответственность организации и социально-правовое регулирование специальной оценки условий труда // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2019. № 2(59). С. 269-270.
2. ГОСТ Р ИСО 26000-2012 Руководство по социальной ответственности. – Введен 15.03.2013. М.: Стандартинформ. 2014. 115 с.
3. ГОСТ Р ИСО 45001-2016 Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда. Требования и рекомендации по применению. – Введен 01.03.2017. М.: Стандартинформ. 2018. 72 с.
4. Benoît C., Norris G.A., Valdivia S. et al. The guidelines for social life cycle assessment of products: just in time. *Int J Life Cycle Assess.* 2010. № 15. P. 156–163. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0147-8> (дата обращения: 03.02.2020).
5. *Global Guidance for Life Cycle Impact Assessment Indicators. Volume 1.* 2017. 31 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.lifecycleinitiative.org/training-resources/global-guidance-lcia-indicators-v-1/> (дата обращения: 20.12.2019).
6. Arvidsson R., Hildenbrand J., Baumann H., Islam KMN, Parsmo R. A method for human health impact assessment in social LCA: lessons from three case studies. *Int J Life Cycle Assess.* 2018. № 23(3). P. 690–699. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1116-7> (дата обращения: 21.01.2020).
7. Scanlon K., Gray G., Francis R., Lloyd S., LaPuma P. The work environment disability-adjusted life year for use with life cycle assessment: a methodological approach. *Environ Health.* 2013. № 12(1). 21 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-21> (дата обращения: 14.02.2020).
8. Сведения о пострадавших на производстве по территориям Российской Федерации по видам экономической деятельности за 2018 год // Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/working_conditions/# (дата обращения: 02.02.2020).



Ульянов Николай Борисович

Год рождения: 1959

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.т.н., доцент

e-mail: nbulianov@itmo.ru



Миронов Геннадий Игоревич

Год рождения: 1996

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

группа № Т42503,

направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и

ресурсосберегающие процессы в химической технологии,

нефтехимии и биотехнологии,

e-mail: g.mironov1079@gmail.com

УДК 502.1

**КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ КАК ЭФФЕКТИВНАЯ
АЛЬТЕРНАТИВА ДОЖИГАНИЮ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ**

Г.И. Миронов

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

Работа выполнена в рамках НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

Рассматривается сравнение технологий очистки дымовых газов в процессах каталитического и термического окисления. В частности, рассматривается датская каталитическая технология SAТОХ. Для сравнения выбраны традиционные экологические показатели, такие как эффективность очистки, состав выбросов, а также экономические показатели – капитальные и эксплуатационные затраты.

Ключевые слова

Гетерогенный катализ, термическое обезвреживание, каталитическое окисление, выбросы, катализатор.

Одной из важных задач, стоящих перед большинством предприятий, является сокращение выбросов в окружающую среду. Поэтому перед разработчиками возникает задача выбора эффективной технологии как с экономической, так и с экологической точек зрения.

Традиционная технология термического сжигания требует существенных капитальных вложений, оборудование обычно занимает много места, имеет повышенные операционные затраты, включая расходы на топливо, электроэнергию, оплату труда персонала. Более того, процесс термического сжигания протекает при

температурах 800-900 °С, что приводит к образованию вторичных загрязнителей, таких как CO, NO_x [1].

Каталитическая технология датской компании Хальдор Топсе (Haldor Topsoe A/S) представляет собой наиболее энергоэффективный и экономичный вариант очистки выбросов от летучих химических веществ. Более 40 лет технологии компании успешно работают по всему миру, включая Россию, на более, чем 450 предприятий различных отраслей — химической, металлургической, лакокрасочной, нефтехимической и др. Одной из наиболее известных в мире является технология САТОХ.

Установка САТОХ включает в себя реактор с катализатором, несколько теплообменников, газодувку и горелку для поддержания температуры. В реакторе протекают окислительные реакции с выделением тепла, которое может использоваться на технологические нужды предприятия. Катализаторы стабильны на воздухе при комнатной температуре и загружаются непосредственно в реактор согласно инструкции.

Благодаря высокой активности катализаторы можно эксплуатировать уже при температуре на входе 150 °С. Максимальная рабочая температура составляет 500-600 °С, в зависимости от конструкционных материалов используемого оборудования и типа катализатора.

Поставка оборудования осуществляется в контейнерах в предварительно собранном виде и оперативно монтируется на площадке.

Технология САТОХ включает в себя оборудование и катализатор для процесса каталитического окисления, основанного на рекуперативном теплообмене. Отходящий газ направляется газодувкой в теплообменник, где он нагревается до температуры около 280-300°С. Далее отходящий газ проходит через слой катализатора в реакторе, где летучие химические вещества окисляются с выделением тепла и повышением температуры. Температура повышается пропорционально концентрациям летучих химических веществ в исходном газе. Основными продуктами окисления являются углекислый газ, азот.

Горячий очищенный газ проходит по вторичной стороне теплообменника, где отдает часть тепла поступающему на очистку газу. Другая часть тепла через дополнительный теплообменник используется для технологических нужд - подогрева воздуха, воды, получения пара.

Компания осуществляет техническую поддержку: контроль при монтаже, загрузке и пуске в эксплуатацию; оценку работы катализатора, анализ его активности, физических и химических свойств; оценку и оптимизацию работы установки; устранение неполадок в работе.

Энергоэффективность САТОХ составляет около 80%. Для того, чтобы процесс был автотермическим, т.е. протекать без использования энергоносителей для подогрева газа, необходимое содержание летучих веществ в газе должно быть не менее 2 г/нм³.

В случае более низких концентраций веществ, менее 2 г/нм³, отходящий газ автоматически подогревается до попадания в реактор с катализатором. Подогрев может быть газовым, электрическим или паровым.

Технология САТОХ позволяет очистить газ наиболее энергоэффективным способом за счет использования тепла от окисления газообразных химических веществ [3].

Технология термического сжигания в пламени происходит при температурах 800 -1000 °С, что создает ряд сложностей. Прежде всего, для поддержания высокой температуры требуется значительное количество топлива, что приводит к дополнительным расходам и образованию углекислого газа. При этом образуются вторичные загрязнители CO и NO_x, требующие дополнительной и затратной очистки газа. Оборудование для термоокисления изготавливается из специальных огнеупорных

материалов и является тяжелым и громоздким. Более того, окисление в открытом пламени и высокие температуры создают риски при оценке безопасности основного производства [2].

Как упоминалось выше, технология каталитического окисления САТОХ протекает при более низких температурах 200-400 °С с максимальной энергоэффективностью. При этом оборудование является легким и компактным. Например, установка каталитического окисления САТОХ производительностью до 16000 $\text{м}^3/\text{ч}$ имеет размеры 2,5х 2,5 х 6,0 (м).

Основным элементом технологии САТОХ является катализатор, обеспечивающий окисление до 99,99% химических веществ в газовом потоке. Оптимально подобранный катализатор позволяет обеспечить очистку газа в течение 10 лет в зависимости от условий эксплуатации. Накопленный опыт и знания позволили компании Хальдор Топсе разработать катализаторы для окисления в газах, содержащих CO , NH_3 , H_2 , H_2S , галогенсодержащие углеводороды, алканы, олефины, ароматические соединения, спирты, эфиры, альдегиды и другие

Расчеты капитальных затрат с учетом стоимости транспортировки, монтажа и пуско-наладки показали, что внедрение технологии каталитического окисления превышает по капитальным затратам термическое обезвреживание. Однако каталитическая технология значительно выигрывает за счет более низких эксплуатационных затрат. Основная статья затрат при этом относится к закупке катализатора.

Применение каталитических установок позволяет организовать эффективную рекуперацию тепла выше 80%, и, следовательно, снижает потребление топлива. Также процессы каталитического окисления протекают при более низких температурах, по сравнению с термическим обезвреживанием, что обуславливает экономию энергии в 4 раза [4].

Таким образом, технология каталитического окисления имеет ряд преимуществ перед термическим окислением, которые дают существенную экономию за счет высокой энергоэффективности с возможностью рекуперации тепла и за счет более низких операционных затрат на топливо, электроэнергию, оплату труда и материалы для изготовления.

Кроме того, каталитические технологии являются более безопасными за счет низкой температуры процесса и беспламенной технологии. К их преимуществам по сравнению с традиционным сжиганием можно также отнести более высокую степень очистки уходящих газов, а также компактность, легкость монтажа и прототу эксплуатации.

Литература

1. Спейшер В.А. Обезвреживание промышленных выбросов дожиганием. М. Энергоатомиздат. 1986. 168 с.
2. Беспмятников Г.П, Богусевская К.К, Зеленская Л.А. Термические методы обезвреживания отходов. Л. 1975. 175 с.
3. Ледокова Г.М., Попова Н.М., Сокольский Д. и др. Термокаталитическая очистка газовых выбросов производства пластмасс // Каталитическая очистка газов: Матер. IV Всесоюз. конф. Ч. 2. Алма-Ата. 1985. С. 83-88.
4. Дряхлое А.С., Калинин Л.И., Жданович Н.В. и др. Об особенностях моделирования реактора санитарной очистки воздуха "Каталитическая очистка газов": III Всесоюзная конференция Ч. I. Новосибирск. 1981. С. 121-128.



Назарова Анастасия Владимировна

Год рождения: 1994
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
аспирант группы № 7951,
направление подготовки: 05.18.12 – Процессы
и аппараты пищевых производств,
e-mail: naz.nastasya@gmail.com



Сергиенко Ольга Ивановна

Год рождения: 1957
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент
e-mail: oisergienko@corp.ifmo.ru



Ефремова Виктория Евгеньевна

Год рождения: 1996
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
группа № T42502,
направление подготовки: 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии,
e-mail: efremova.toriya@mail.ru



Молодкина Нелли Ринатовна

Год рождения: 1984
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н. доцент,
e-mail: nrkh25@hotmail.com

УДК 66-935.5

**ПРОБЛЕМА УСТРАНЕНИЯ НЕПРИЯТНЫХ ЗАПАХОВ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА**

А.В. Назарова, В.Е. Ефремова, Н.Р. Молодкина

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

В работе рассмотрена проблема наличия неприятных запахов на предприятиях птицеводства, источники образования запахов, их состав и условия образования выбросов. Показано, что методы борьбы с запахом могут быть разделены на методы «в начале трубы» в источниках возникновения запаха и распространения внутри помещения, а также методы «в конце трубы» путем очистки и рассеивания в атмосферном воздухе. На основании выполненного обзора рекомендованы в качестве экономически оправданных методов пылеулавливания в выбросах птицефабрик сухая фильтрация для пыли и биофильтрация - для пахучих соединений.

Ключевые слова

Пахучие соединения, неприятный запах, птицефабрика, разложение отходов, микроклимат, вентиляция, пылеулавливание.

Основной вклад среди предприятий агропромышленного сектора, связанный с выбросами неприятных запахов, вносят птицефабрики. Доминирующими пахучими соединениями на птицефермах являются аммиак, сероводород и меркаптаны [1]. Пыль является вторичным источником загрязнения воздуха запахом, так как участвует в его испускании и переносе за счет адсорбции на частицах пыли пахучих соединений и микроорганизмов, вызывающих запах.

Запахи в помещениях с птицами возникают в результате разложения фекалий, мочи, перьев, пыли и отходов подстилки. Как известно разложение органических веществ возможно как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Анаэробное разложение происходит в бескислородных условиях, при образовании отходов высокой влажности, и, как известно, такие соединения, как летучие жирные кислоты, меркаптаны, амины и сульфиды вызывают образование неприятного и сильного запаха. Аэробное разложение происходит в богатых кислородом окружающей среды и производит меньше пахучих соединений, чем анаэробное разложение.

Тип соединений, образующихся в птичниках и их концентрация, зависит от характера и скорости биодegradации в помете. Высокое содержание влаги в помете, низкий уровень кислорода, малый размер частиц, высокие температуры и низкий уровень pH способствуют анаэробной активности бактерий и образованию запахов. Скорость, с которой соединения впоследствии испаряются, зависит от pH и температуры помета, скорости вентиляции и климата. Поэтому контроль данных факторов важен для снижения уровня запаха.

Для борьбы с проблемой запаха необходимо применять комплексный подход, учитывающих особенности всех технологий, и процессов, на которых происходит образование и распространение запаха, а также широко применять хорошие практики птицеводства для снижения запахов в источниках.

В настоящее время существуют следующие способы снижения неприятных запахов: предотвращение или уменьшение появления запахов в источниках или технологии «в начале трубы»; улавливание и уничтожение запахов, прежде чем они попадают в атмосферу и применение технологий, которые усиливают рассеивание или маскируют запахи, чтобы предотвратить их воздействие или технологии «в конце трубы».

Микроклимат в птичниках влияет на деградацию помета и испарение пахучих соединений. Поддержание температуры около 22 °С, влажности 60-70% и скорости движения воздуха 0,2-0,5 м/с зимой и 0,4-0,8 м/с летом также имеет решающее значение для благополучия и здоровья птиц - здоровые птицы будут производить более сухой и менее пахучий помет.

Хорошая вентиляция также снижает концентрацию пахучих газов, выделяющихся в атмосферный воздух. Конструкция вентиляции должна оптимизировать комфорт птицы, принимая во внимание климат и плотность голов. Тип системы вентиляции также может влиять на распространение запахов в ландшафте. Классическая схема с боковыми отверстиями и внутренними перемешивающими вентиляторами в большей степени подвержены влиянию местных ветров, чем туннельно-вентилируемые здания, где воздух в основном выпускается в одном направлении [2, 3].

Запах также может быть уменьшен путем поддержания систем вентиляции. Регулярное удаление пыли с вентиляционных шахт или ветрозащитных стен улучшит эксплуатационную эффективность и может уменьшить запахи, улучшая здоровье птицы и поддерживая отходы более сухими.

Чрезмерно влажный помет является основным источником запаха от помещений с птицами. Снижение содержания влаги в сараях и поддержание рН помета выше 7,5 может эффективно уменьшать запах от птицеферм, подавляя анаэробную бактериальную активность.

Оптимальное содержание влаги в помете для сведения к минимуму образования запаха и обеспечения здоровой среды для рабочих и птиц составляет от 15% до 30%.

Нарушение питания, вызванное составом корма, и в последствии плохим здоровьем птицы, а также устаревшие системы чашечного поения могут привести к образованию чрезвычайно влажного навоза, высокой влажности и запахов [1].

Исследование эффектов снижения уровня сырого белка в кормах и одновременного повышения уровня аминокислот в рационе показало, что:

- помет имел более низкое содержание влаги и значение рН не менее 7,5;
- относительные концентрации равновесного газообразного аммиака и общего аммиачного азота в помете были ниже (примерно на 90% и 50% ниже соответственно);
- производственные показатели не пострадали (от 1,8 до 2 кг корма на кг прироста живой массы).

Удаление мусора из птичников неизбежно приведет к появлению пыли и запахов. Движение запаха зависит от температурных инверсий и может достигать даже отдаленных мест проживания. На предприятиях, по возможности, необходимо избегать обращения с мусором в неблагоприятных климатических условиях. Если использованный помет применяется на ферме, воздействие запахов можно минимизировать путем тщательного выбора мест хранения, оценки прогнозируемого направления и силы ветра, избежание неблагоприятных погодных условий и работы в выходные дни.

Технологии, которые улавливают, содержат или обрабатывают запахи и пыль до того, как поступают в атмосферу функционируют с использованием принципов биологической, химической или физической очистки газов.

Биологические процессы используются в таких технологиях, как биофильтры и био-скрубберы, где микробное действие превращает пахучие соединения в менее пахучие.

Химические процессы используются в химических скрубберах или системах очистки озоном, где химические вещества в очищающей жидкости удаляют или превращают пахучие соединения из воздушного потока.

Физические процессы включают термическое или каталитическое сжигание, холодную плазму, УФ обработку газов, сухую или влажную фильтрацию (для пыли). Эти процессы либо удаляют загрязняющие вещества, либо используют энергию для уничтожения или преобразования загрязняющих веществ.

Технологии, которые усиливают рассеивание или маскировку запахов, включают ветрозащитные экраны, зеленые насаждения, короткие газоотводные трубы, спреи, нейтрализующие запахи, или маскирующие агенты. Ветрозащитные экраны и короткие газоотводные трубы действуют, перехватывая отработанный воздух и направляя его в направлении вверх, что теоретически поможет рассеиванию запаха [4]. Акцент на рассеивании для уменьшения ощущаемых запахов по ветру может быть ненадежным, если атмосферные и погодные условия не способствуют рассеиванию.

Зеленые насаждения могут также помогают маскировать и рассеивать запахи на коротких расстояниях, но их основное преимущество заключается в уменьшении видимости сараев. Жалобы на запахи часто являются результатом повышенной чувствительности и визуального восприятия содержания домашней птицы.

Нейтрализаторы запаха и маскирующие агенты могут использоваться для изменения силы запаха или характера запаха отработанного воздуха. Они либо реагируют с пахучими соединениями, чтобы нейтрализовать их, либо добавляют запах, чтобы изменить характер запаха.

Поскольку эти агенты обычно применяются в системах туманообразования или распыления под высоким давлением, смешивание нейтрализующего запаха вещества с пахучим воздухом может быть случайным и непоследовательным. Кроме того, если в воздух домашней птицы добавляется новый аромат (например, лимон, жевательная резинка или цветочный), концентрация запаха может увеличиться или выбросы от предприятий с домашней птицей могут стать более узнаваемыми, что может потенциально привести к большим количествам жалоб от населения.

В заключении необходимо отметить, что такие технологии, как биофильтры, воздушные скрубберы, озонирование и сжигание в зарубежной практике признаны дорогими для применения в птицеводстве. Технологии, которые усиливают рассеивание или маскируют запахи, чтобы предотвратить воздействие запаха или его неприятность, признаны доступными технологиями. На основании выполненного обзора можно рекомендовать в качестве экономически оправданных методов пылеулавливания можно рекомендовать сухую фильтрацию для пыли и биофильтрацию - для пахучих соединений. Дальнейшая работа будет направлена на исследование метода биофильтрации для снижения неприятного запаха на птицефабрике.

Литература

1. Jiang J. & Sands J. 2000, Odour and ammonia emission from broiler farms, RIRDC Project UNS-11A, Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra.
2. McGahan E., Kolominskas C., Bawden K. & Ormerod R. 2002, 'Strategies to reduce odour emissions from meat chicken farms', Proceedings of 2002 Poultry Information Exchange, 14 to 16 April, Gold Coast, Queensland Department of Primary Industries, pp. 27–39.
3. McPherson E. 2000. Trial for the removal of odour from broiler farm fan exhaust using a water spray scrubber, Department of Chemical Engineering, University of Queensland.
4. Bottcher R.W., Munilla R.D., Baugham G.R. & Keener K.M. 2000. Designs for wind-break walls for mitigating dust and odor emissions from tunnel ventilated swine buildings, North Carolina State University. Raleigh, North Carolina.



Назаровская Дарья Андреевна

Год рождения: 1996
Университет ИТМО,
химико-биологический кластер,
студент группы №А42422,
направление подготовки: 19.04.01 – Биотехнология,
e-mail: nazarovskaia@scamt-itmo.ru



Кошечкина Екатерина Дмитриевна

Год рождения: 1993
Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
м.н.с., аспирант,
направление подготовки: 04.06.01 – Химические науки,
e-mail: katiakosh@gmail.com



Симаков Матвей Сергеевич

Год рождения: 1991
Ветеринарный Госпиталь имени Айвэна Филлмора,
г. Санкт-Петербург,
e-mail: vetr@gmail.ru



Кривошапкина Елена Федоровна

Год рождения: 1984
Университет ИТМО,
химико-биологический кластер,
к.х.н., доцент,
e-mail: kef@scamt-itmo.ru



Кривошапкин Павел Васильевич

Год рождения: 1981
Университет ИТМО,
химико-биологический кластер,
д.х.н., доцент,
e-mail: krivoshapkin@scamt-itmo.ru

УДК 54.057

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ТАНТАЛА

Д.А. Назаровская, Е.Д. Кошечкина, М.С. Симаков, Е.Ф. Кривошапкина
Научный руководитель – д.х.н., доцент П.В. Кривошапкин

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ №18-28-11078 «Керамические наноантенны для тераностики злокачественных опухолей».

Аннотация

В работе рассмотрено потенциальное биомедицинское применение керамических наночастиц оксида тантала в качестве контрастного агента для компьютерной томографии *in vivo* с целью создания новой эффективной платформы для визуализации органов желудочно-кишечного тракта, что обосновано уникальной способностью наночастиц оксида тантала к ослаблению рентгеновского излучения и их высокой степенью биосовместимости с клетками живого организма.

Ключевые слова

Наночастицы, оксид тантала, сольвотермальный синтез, цитотоксичность наночастиц, компьютерная томография.

По мере развития нанотехнологий, современное научное сообщество решает множество вопросов, связанных с внедрением их в сферы повседневной жизни. Так, одним из основных векторов является медицина.

Поскольку нанотехнологии предполагают создание новых структур и устройств с уникальными свойствами и функциональностью, которые позволяют работать на атомном и молекулярном уровнях, искусственно созданные наноматериалы могут не только структурно имитировать природу и живые организмы, но и дополнять друг друга. Данная задача требует междисциплинарного подхода, который способствует развитию технологий с целью производства новых продуктов для биологических и, в особенности, медицинских применений. Поэтому на стыке нанотехнологий, химии, физики, биологии, технологии и медицины возникла новая дисциплина, получившая название «наномедицина» [1].

Вопрос о создании наноматериалов для применения в биомедицине связан с обновлением подходов в терапии и диагностике заболеваний и с разработкой новых эффективных платформ для создания лекарственных препаратов. В частности, по статистике Всемирной организации здравоохранения онкологические заболевания ежегодно уносят миллионы жизней по всему миру, актуальным направлением является создание агентов для тераностики рака. Тераностика – это новый подход в наномедицине, заключающийся в комплексном решении терапевтических и диагностических проблем путём создания препаратов, которые являются одновременно и средством ранней диагностики, и терапевтическим агентом.

Разработка фармацевтических препаратов на основе биосовместимых наночастиц оксидов металлов перспективна с точки зрения их функциональности, простоты получения и относительно невысокой цены [2]. Однако помимо отсутствия неблагоприятных побочных эффектов, наночастицы должны представлять собой стабильные системы в условиях живых биологических сред. В настоящее время для того, чтобы справиться с задачами коллоидной устойчивости и токсичности, зачастую прибегают к использованию стабилизаторов и покрытию наночастиц полимерными или другими биосовместимыми оболочками.

Наночастицы оксида тантала (Ta_2O_5), в силу своих свойств: низкая токсичность, высокая биосовместимость, химическая и биологическая инертность, низкая коррозия, высокая электронная плотность и непроницаемость для излучения уже используются в качестве покрытий для имплантов и хирургических инструментов, а также потенциально рассматриваются в качестве системы для доставки лекарств, тканевой инженерии, биосенсоров.

Наноматериалы на основе элементов с высоким атомным зарядом (Z), например наночастицы на основе золота ($Z_{Au} = 79$) и платины ($Z_{Pt} = 78$) могут применяться в качестве радиосенсибилизаторов для терапии рака благодаря их специфическому взаимодействию с ионизирующим излучением, приводящему к образованию в злокачественных клетках свободных радикалов, активных форм кислорода (АФК), что вызывает клеточный апоптоз [3]. Наночастицы Ta_2O_5 , ($Z_{Ta} = 73$) имеют преимущество в своей керамической природе, отличаясь агрегационными свойствами по сравнению с наночастицами на основе благородных металлов. Керамические соединения гораздо легче агрегируют, что может ограничить их миграцию для того, чтобы лучше локализовать их в желаемой области.

Не менее интересным свойством наночастиц с высокой электронной плотностью является их способность к проявлению контрастности в следствие высокого массового коэффициента ослабления рентгеновского излучения. Поэтому наночастицы Ta_2O_5 – перспективный контрастный агент для компьютерной томографии.

Компьютерная томография – широко распространенная в современных клиниках не инвазивный метод диагностики заболеваний твёрдых и мягких тканей организма. Этот метод рентгенологии подразумевает 3D-визуализацию с высоким разрешением как интересующих органов, так и тела целиком. Однако сама по себе компьютерная томография ограничена низкой чувствительностью из-за разницы в затухании рентгеновского излучения в тканях, что приводит к плохому контрасту между ними. КТ обеспечивает высокое пространственное изображение плотных частей тела, таких как кости, благодаря их хорошей способности поглощать рентгеновские лучи. Однако мягкие ткани прозрачны для радиации, и поэтому любые изменения в их размере и морфологии не могут быть обнаружены без вспомогательных средств – контрастных агентов. Более двадцати лет в компьютерной томографии используются контрастные препараты на основе йода и сульфата бария благодаря их более сильным ослабляющим рентгеновское излучение способностям: $\mu_I = 1.94 \text{ см}^2\text{г}^{-1}$, $\mu_{Ba} = 2.2 \text{ см}^2\text{г}^{-1}$ при 100 кэВ (по сравнению с $\mu_{\text{ткани}} = 0.169 \text{ см}^2\text{г}^{-1}$, $\mu_{\text{кости}} = 0.186 \text{ см}^2\text{г}^{-1}$ при 100 кэВ). Но стоит отметить их недостатки: низкая контрастная чувствительность, быстрый клиренс и неблагоприятные побочные эффекты при большом количестве введения. Ранее наночастицы оксида тантала, учитывая их низкую токсичность и высокую способность к ослаблению рентгена ($\mu_{Ta} = 4.3 \text{ см}^2\text{г}^{-1}$ при 100 кэВ), были продемонстрированы в качестве альтернативного контрастного вещества, подходящего для компьютерной томографии [4]. Высокая электронная плотность Ta позволяет снизить дозу облучения тканей, а также увеличить селективность компьютерной томографии. Модифицированные наночастицы оксида тантала были уже описаны как перспективные контрастные агенты, в настоящей работе мы демонстрируем применение немодифицированных наночастиц оксида тантала для компьютерной томографии желудочно-кишечного тракта.

Таким образом, со способностью к биовизуализации и радиосенсибилизации наночастицы Ta_2O_5 являются перспективным кандидатом для онкотераностики.

Настоящая работа посвящена (1) получению наночастиц оксида тантала высокой химической чистоты; (2) оценке цитотоксичности наночастиц оксида тантала; (3) исследованию применения наночастиц оксида тантала в качестве рентгеноконтрастного средства для компьютерной томографии.

Наночастицы оксида тантала были получены сольвотермальным методом. В тefлоновый стакан объемом 50 мл содержащий 25 мл безводного изопропилового спирта по каплям добавляли 0.260 мл этилата тантала $Ta(OC_2H_5)_5$ в атмосфере аргона. Стакан с полученной смесью помещали в стальной кожух автоклава и плотно закрывали, ставили в печь. Параметры термообработки: выдержка 12 ч при температуре $200^\circ C$, скорость нагрева $2^\circ C/мин$. В результате реакции получали устойчивую прозрачную дисперсию наночастиц. Спиртовой золь наночастиц оксида тантала переводился в водный с целью дальнейшего боиприменения полученной дисперсии. Гидрозоль был охарактеризован методами динамического рассеяния света (ДРС) и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) для изучения размера и морфологии наночастиц оксида тантала (рис. 1).

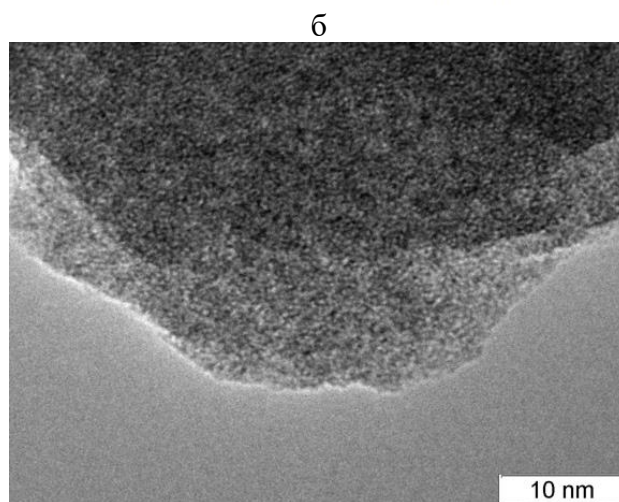
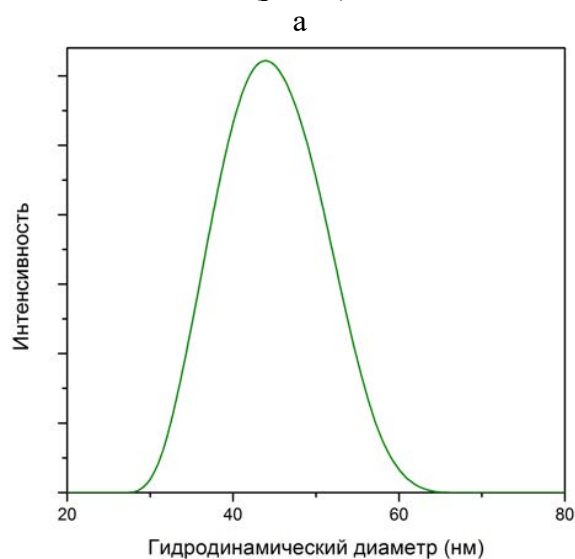


Рис. 1. а) гидродинамический диаметр агрегатов наночастиц оксида тантала
б) микрофотография наночастиц оксида тантала с ПЭМ высокого разрешения

Рентгеноконтрастные свойства полученных наночастиц оксида тантала изучались сканированием на компьютерном томографе гидрозолей с разным содержанием твердой фазы Ta_2O_5 . Для построения градуировочной зависимости гидрозоль в концентрации 20 мг/мл был разведен в следующих концентрациях: 2, 4, 8, 10, 16 мг/мл. Контрастность измерялась в стандартных единицах HU (Шкала Хаунсфилда, англ. HU Hounsfield units). Каждый образец в объеме 1 мл был помещен в полистирольную кювету (4.5 мл, Kartell S.p.A.) и сканировался на 16-ти срезомом компьютерном

томографе Philips MX-16. Параметры съемки: настройки экспозиции – 100 мкА и 120 кВ; ширина коллимации - 1.5 мм; скорость ротации - 0.5 с; тип компьютерной томографии - спиральная; толщина снимка – 1 мм.

Результаты (рис. 2) показывают, что рентгеновская плотность дисперсий увеличивается с ростом концентрации твердой фазы по линейному закону. Значение максимальной контрастности для дисперсии 20 мг/мл составило 419 ± 4 HU.

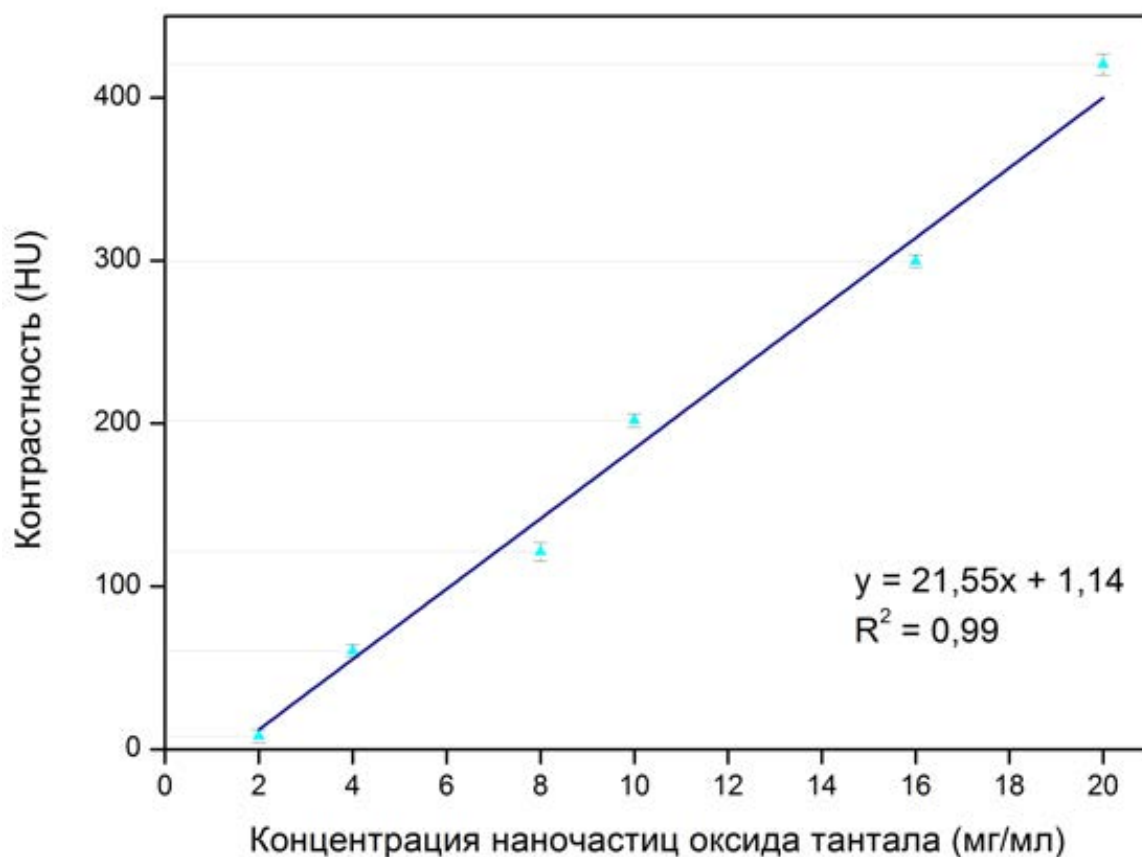


Рис. 2. Зависимость контрастности от концентрации наночастиц оксида тантала

Перед использованием наночастиц тантала в компьютерной томографии *in vivo* необходимо оценить их *in vitro* цитотоксичность. С этой целью был проведен стандартный колориметрический МТТ-тест на клеточной линии постнатальные фибробласты человека (ПФЧ). Клетки культивировали в условиях 5% CO₂ и 37°C, используя клеточную среду ЕМЕМ с содержанием 10% фетальной бычьей сыворотки и 1% антибиотика. Для работы с клеточными линиями полученная дисперсия была разбавлена до концентрации 200 мкг/мл и методом двойного разведения доведена до концентрации 0.781 мкг/мл. Время инкубации 72 часа.

Результаты МТТ-теста представлены на рис. 3. Доказано, что наночастицы оксида тантала не вызывают какого-либо существенного цитотоксического эффекта на клетки ПФЧ. Общая жизнеспособность клеток составляет более 85%. Таким образом, наночастицы оксида тантала обладают низкой токсичностью для применения в биовизуализации органов живых организмов.

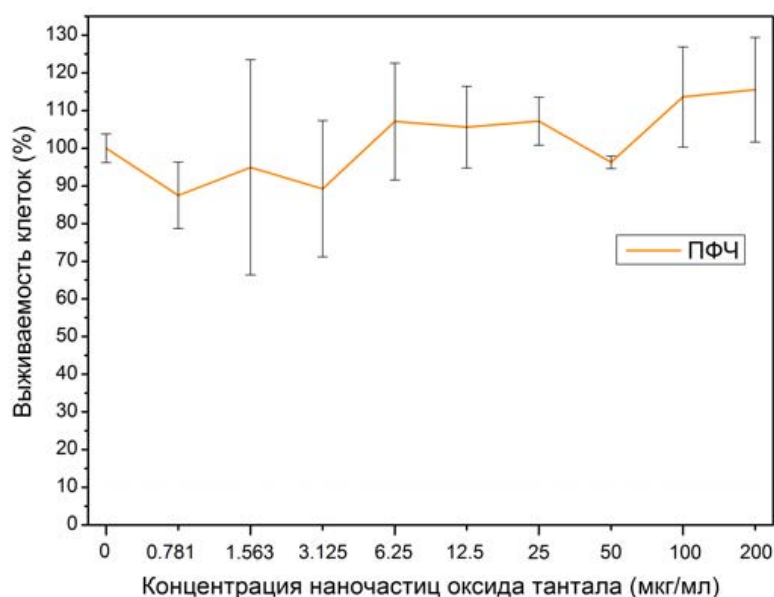


Рис. 3. Оценка цитотоксичности наночастиц оксида тантала

Высокие рентгеноконтрастные характеристики и низкая цитотоксичность позволяет применять гидрозоль наночастиц оксида тантала в качестве контрастного вещества для *in vivo* диагностики методом рентгеновской компьютерной томографии. Исследование было проведено на компьютерном томографе Philips MX-16. Эксперимент проводился с грызунами – самцы беспородных крыс весом 0.2 кг (питомник лабораторных животных «Рапполово»). Неподвижность животных – самцов беспородных крыс на время проведения эксперимента была обеспечена ингаляционной анестезией изофлураном.

Водная дисперсия наночастиц Ta_2O_5 вводилась в желудок перорально при помощи желудочного зонда. Объем дисперсии подбирался в соответствии с объемом исследуемого органа животного – 2 мл. На рис. 4 представлены снимки крыс с компьютерного томографа, сделанные как до, так и после введения контрастного средства, через следующие временные промежутки: 0 мин, 10 мин, 30 мин, 1 час, 2 часа, 3 часа, 4 часа. Через 4 часа зафиксировано, что гидрозоль достиг толстого отдела кишечника, следовательно, наночастицы оксида тантала прошли весь желудочно-кишечный тракт.

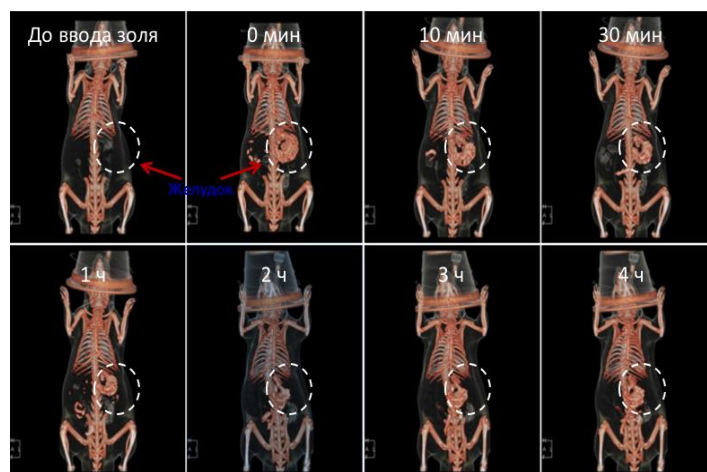


Рис. 4. Компьютерная томография *in vivo* желудочно-кишечного тракта крысы

Контрастность наночастиц оксида тантала, а также их длительный период циркуляции в желудочно-кишечном тракте позволяют подробно анализировать морфологические особенности органов брюшной полости. Наночастицы Ta₂O₅ выводятся из организма в течение суток [5]. Поведение животных, их физиологические признаки и внешний облик не менялись в течение времени наблюдения 14 дней.

Таким образом, в настоящей работе получены стабильные водные дисперсии на основе немодифицированных наночастиц Ta₂O₅. Исследовано и продемонстрировано их безопасное применение в рентгеновской компьютерной томографии *in vivo*, что доказывает возможность создания контрастных препаратов на их основе для диагностики органов желудочно-кишечного тракта. В перспективе результат открывает возможности для разработки радиосенсибилизаторов для увеличения эффективности радиотерапии онкологических заболеваний.

Литература

1. Giersig M., Khomutov G.B. (Eds.). Nanomaterials for application in medicine and biology. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-1-4020-6829-4.pdf> (дата обращения: 01.03.2020).
2. Kim D., Kim J., Park Y.I., Lee N., Hyeon T. Recent development of inorganic nanoparticles for biomedical imaging // ACS central science. 2018. V. 4(3). P. 324-336.
3. Wang H., Mu X., He H., & Zhang X.D. Cancer radiosensitizers // Trends in pharmacological sciences. 2018. V. 39(1). P. 24-48.
4. Oh M.H., Lee N., Kim H., Park S.P., Piao Y., Lee J., Jun S.W., Moon W.K., Choi S.H., Hyeon T. Large-scale synthesis of bioinert tantalum oxide nanoparticles for X-ray computed tomography imaging and bimodal image-guided sentinel lymph node mapping. // Journal American Chemical Society. 2011. V. 133(14). P. 5508–5515.
5. Bingham E., Cohrssen B. Patty's Toxicology, 6 Volume Set. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://books.google.ru/books?id=1mk31FVtBSQC&pg=PA551&lpg=PA551&dq=tantalum+oxide+gastrointestinal+tract&source=bl&ots=eSmACYVM6h&sig=ACfU3U2BJ81nqioaZTUgb2xq00x-e8EItQ&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKewjIgrqAncLnAhUzAxAIHYnXBzsQ6AEwB3oECAyQAQ#v=onepage&q=tantalum%20oxide%20gastrointestinal%20tract&f=false> (дата обращения: 02.03.2020).



Некрасова Евгения Андреевна

Год рождения: 1995

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

студентка группы W42501,

направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность,

e-mail: neevgenia@icloud.com



Кустикова Марина Александровна

Год рождения: 1958

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

к.т.н., доцент,

e-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 519.87

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА
СБОРА ИНФОРМАЦИИ И РАНЖИРОВАНИЯ
ТЕХНОГЕННЫХ СОБЫТИЙ ПО УРОВНЯМ TIER 1 – TIER 4**

Е.А. Некрасова

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

В работе рассмотрено создание условий для сбора релевантных данных производственной безопасности и их дальнейшего анализа для совершенствования превентивных мер, которые направлены на сведение к минимуму вероятности аварий и крупных происшествий в сфере разведки и добычи нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова

Техногенные происшествия, пирамида происшествий, показатели безопасности, барьеры, система управления.

Нарушения производственной безопасности могут привести к серьезным последствиям для людей, окружающей среды, имущества, репутации и финансовой стабильности компании. После этого компании естественным образом подвергают тщательному изучению такие события и их причины, собирая сведения, которые можно использовать для улучшения процессов и обучения, а также предотвращения аналогичных событий в будущем. Поскольку такой анализ по своей сути ретроспективен и основан на относительно редких случаях, компании не могут полагаться только на собираемую подобным образом информацию для предотвращения серьезных происшествий. С учетом этого необходимо расширять круг анализируемых данных для обучения на основе событий, приведших к менее серьезным последствиям,

и дорабатывать показатели системы управления в целях укрепления барьеров, способствующих предотвращению серьезных происшествий.

Для отслеживания работы защитных барьеров в составе системы управления производственной безопасностью требуется сочетание различных мер. Согласно методике Международной ассоциации производителей нефти и газа (IOGP) рекомендуется четырехуровневый механизм определения техногенных событий с использованием пирамиды происшествий Генриха, представленной на рисунке [1].



Рисунок. Классификация уровней техногенных происшествий

Пирамида показывает путь управления безопасностью на производстве. Каждый руководитель должен понимать, что незначительное нарушение, которому не дана соответствующая оценка и не приняты меры, перерастают в производственное происшествие [2]. Для изменения показателей безопасности, расположенных в вершине пирамиды, необходимо изменить ее основание: уровни 1 и 2 дают представление об отстающих показателях производственной безопасности и охватывают серьезные и менее серьезные происшествия; уровни 3 и 4 дают представление об опережающих показателях производственной безопасности, и характерны для собственной системы управления компании.

Техногенное происшествие 1-го или 2-го уровней – это нарушение целостности первичной защитной оболочки, которое приводит к одному или нескольким последствиям, указанным в таблице. Отнесение техногенного происшествия к 1-му или

2-му уровню напрямую зависит от тяжести последствий, наступивших в результате нарушения целостности первичной защитной оболочки (таблица).

Таблица

Примеры последствий техногенных происшествий

Техногенное происшествие 1-го уровня	Техногенное происшествие 2-го уровня	Техногенное происшествие 3-го уровня	Техногенное происшествие 4-го уровня
Смертельный случай и/или травма с потерей трудоспособности с работником Компании, подрядчика и субподрядчика	Случай ограничения трудоспособности и/или случай оказания медицинской помощи с работником Компании, подрядчика и субподрядчика	Активация автоматической системы безопасности (в том числе, срабатывание устройства сброса давления)	Нарушение установленных в организации требований безопасности при ведении технологического процесса
Смертельный случай и/или госпитализация в медицинское учреждение третьих лиц	Негрупповой несчастный случай, относящийся к категории легких	Утечки вследствие нарушение первичной защитной оболочки в объеме меньшем, чем при техногенном происшествии 2-го уровня	Отклонения технологических параметров выше регламентированных, но без превышения предельно допустимых значений
Пожар или взрыв, причинивший Компании прямые потери $\geq 1000000\$$	Пожар или взрыв, причинивший Компании прямые потери $\geq 2500\$$	Неудовлетворительное состояние целостности первичной защитной оболочки по результатам инспекции или тестирования	

Регистрации, классификации, расследованию и учету подлежат техногенные происшествия, которые происходят при бурении, добыче, транспортировке и переработке углеводородов, работах по капитальному ремонту, эксплуатации, пуско-наладке оборудования, выводе оборудования из эксплуатации, а также в результате воздействия экстремальных погодных условий.

Чтобы определить, является ли нарушение событием уровня 1 или 2, необходимо собрать и проанализировать данные о последствиях выброса. Если нарушение приводит к фактическому вреду или ущербу – смертельному случаю или травматизму, пожару или взрыву, то категорию последствий будет достаточно просто определить. При смертельном случае или травматизме критерии серьезности происшествия соотносятся со стандартными отраслевыми практиками в отношении информирования о показателях профессиональной безопасности в нефтегазовой отрасли. Большинство компаний выполняет «внутреннее расследование», собирая данные о пожарах и взрывах с указанием ущерба. Очень важно фиксировать такие события, поскольку это означает, что барьеры по их предотвращению не сработали, в

результате чего совершилось нарушение целостности первичной оболочки. Если нарушение по своим критериям не дотягивает до уровня 1 или 2, событие может быть зафиксировано для внутренней отчетности компании и оформлено с использованием определения события уровня 3 или 4.

Для определения уровня события предлагается построение алгоритма, который впоследствии можно использовать для представления в качестве программы для упрощения процедуры определения уровня события, исключения ошибки в классификации и создания автоматических отчетов о событии.

После своевременного сбора и передачи данных о технологическом процессе соответствующим получателям, следующим важнейшим шагом станет принятие мер на основании этих данных и упрочнение барьеров и элементов системы управления, которые выступают в поддержку таких барьеров.

Литература

1. 'ANSI/API RP 754 – Process Safety Performance Indicators for the Refining and Petrochemical Industries. 2nd Edition'. (Ключевые показатели эффективности производственной безопасности для перерабатывающей и нефтехимической отрасли. Издание 2-е.) // American Petroleum Institute. 2016 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.api.org/oil-and-natural-gas/health-and-safety/refinery-and-plant-safety/process-safety/process-safety-standards/rp-754>. Дата обр. 12.12.2019.
2. Малахова Т.Ф., Захаренко С.Г. Профилактический подход к производственному травматизму посредством анализа риска и человеческого фактора // Сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции «Энергетика и энергосбережение: теория и практика». Сборник материалов. 2014.



Непомнящий Анатолий Павлович

Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы №Т41131,
направление подготовки: 19.04.01 – Низкотемпературная
и глубокая обработка биологических систем;
Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых
добавок – филиал Федерального государственного бюджетного
научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых
систем им. В.М. Горбатова» РАН,
e-mail: nepomnyashiy.95@mail.ru



Шарова Наталья Юрьевна

Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых
добавок – филиал Федерального государственного бюджетного
научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых
систем им. В.М. Горбатова» РАН,
г.н.с., профессор;
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
д.т.н., профессор РАН,
e-mail: natalya_sharova1@mail.ru

УДК 577.152.54:661.746.5

**СПОСОБНОСТЬ ШТАММА STREPTOMYCES SPECIES 170 К
БИОСИНТЕЗУ ИНГИБИТОРА ГЛИКОЗИДАЗ В ПРОЦЕССЕ
ДЛИТЕЛЬНОГО НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ХРАНЕНИЯ**

А.П. Непомнящий, Н.Ю. Шарова

Научный руководитель – д.т.н., профессор Н.Ю. Шарова

Аннотация

В результате исследований установлено, что штамм *Streptomyces species 170* сохраняет способность синтезировать ингибитор гликозидаз в процессе длительного низкотемпературного хранения. Определена активность синтезируемого ингибитора по отношению к свиной панкреатической амилазе. Выявлено, что в течение 12 месяцев хранения при температуре -18°C ингибиторная активность сохраняется на высоком уровне в отличие от хранения при положительной температуре ($+4^{\circ}\text{C}$).

Ключевые слова

Штамм *Streptomyces species*, ингибитор гликозидаз, криопротектор, глицерин, физиологический раствор.

Для исследования был использован штамм *Streptomyces species 170*, являющийся продуцентом ингибитора гликозидаз. В качестве исследуемого фермента использована свиная панкреатическая амилаза в виду ее схожести с гликозилгидролазой данного типа, вырабатываемой панкреасом человека [1].

Культивирование проводилось в условиях шейкера-инкубатора при температуре $+29^{\circ}\text{C}$ и скорости перемешивания 160 об/мин. В составе сред для культивирования содержался гидролизат кукурузного крахмала, в качестве основного источника углерода, и неорганические соли.

Были исследованы конидии штамма, хранившиеся на твердой агаризованной среде Чапека при температуре +4°C; клетки, хранившиеся в питательной среде с добавлением глицерина (15%), и в растворе хлорида натрия (0,9%).

В процессе исследований было выявлено, что при хранении штамма *Streptomyces* sp. 170 при температуре -18 °С в среде, содержащей глицерин в концентрации 15 %, и в 0,9 %-ном растворе хлорида натрия, его ингибиторная активность по отношению к свиной панкреатической α -амилазе на пике ингибиторной активности, а именно на 2 сут культивирования данного штамма, находится в пределах ингибиторной активности клеток, хранившихся при положительной температуре (4 °С). Показатель может быть выше активности клеток, хранившихся при температуре +4 °С на 3 и 4 сут культивирования, что выявлено при хранения штамма *Streptomyces* sp. 170 в течение 9 месяцев (рис. 1).

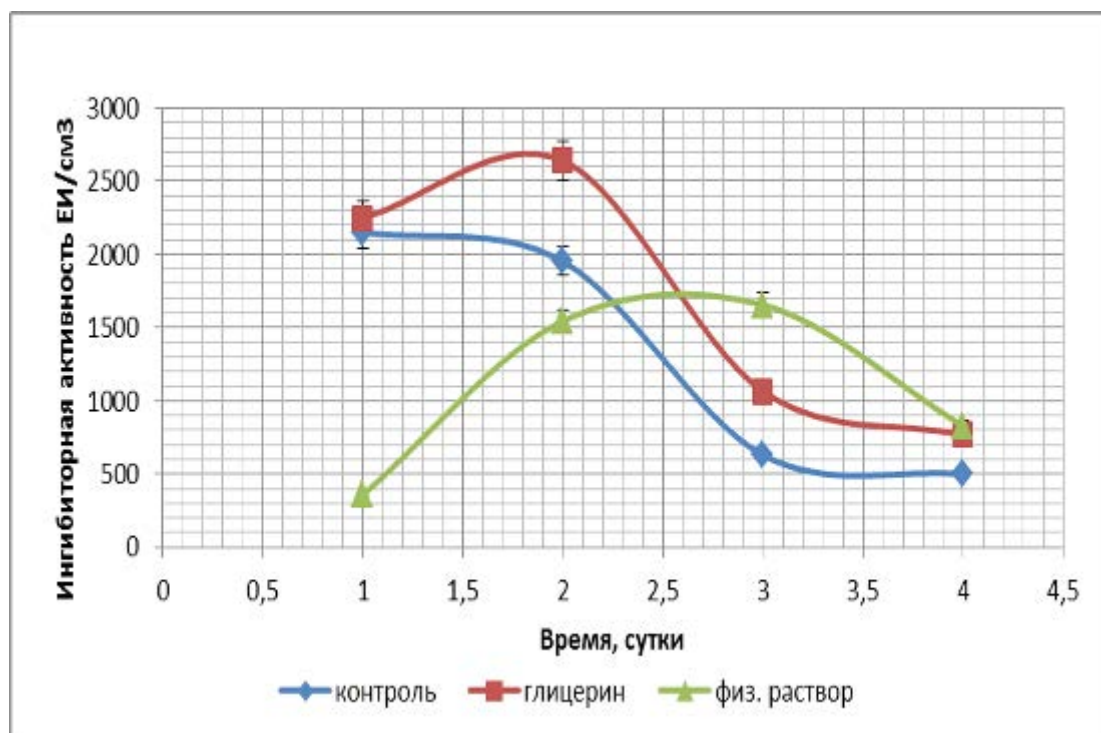


Рис. 1. Активность ингибитора гликозидаз в результате 9 мес хранения штамма *Streptomyces* sp. 170

Наибольшая активность ингибитора гликозидаз по отношению к панкреатической амилазе также выявлена на вторые сутки ферментации. Значение показателя для клеток, хранившихся в растворе с содержанием 15 % глицерина, на вторые сутки ферментации составило (2700 ± 400) ЕИ/см³. Клетки, хранившиеся в физиологическом растворе, проявили максимальную активность, на 2-3 сут биотехнологического процесса, но в 1,2-1,5 раза ниже. В свою очередь клетки, хранившиеся при температуре +4°C, показали наибольшую ингибиторную активность на 1 сут ферментации (2200 ± 300) ЕИ/см³.

Через 12 мес хранения при температуре -18 °С в среде с добавлением глицерина наибольшая активность наблюдалась на 2 сут культивирования (рис. 2). Аналогичная тенденция выявлена и для клеток, хранившихся в 0,9 %-ном растворе хлорида натрия. Выявленная активность составила (2600 ± 400) ЕИ/см³. Клетки, хранившиеся при положительной температуре (+4 °С), показали наибольшую активность после 1 сут культивирования, которая составила (2600 ± 400) ЕИ/см³.

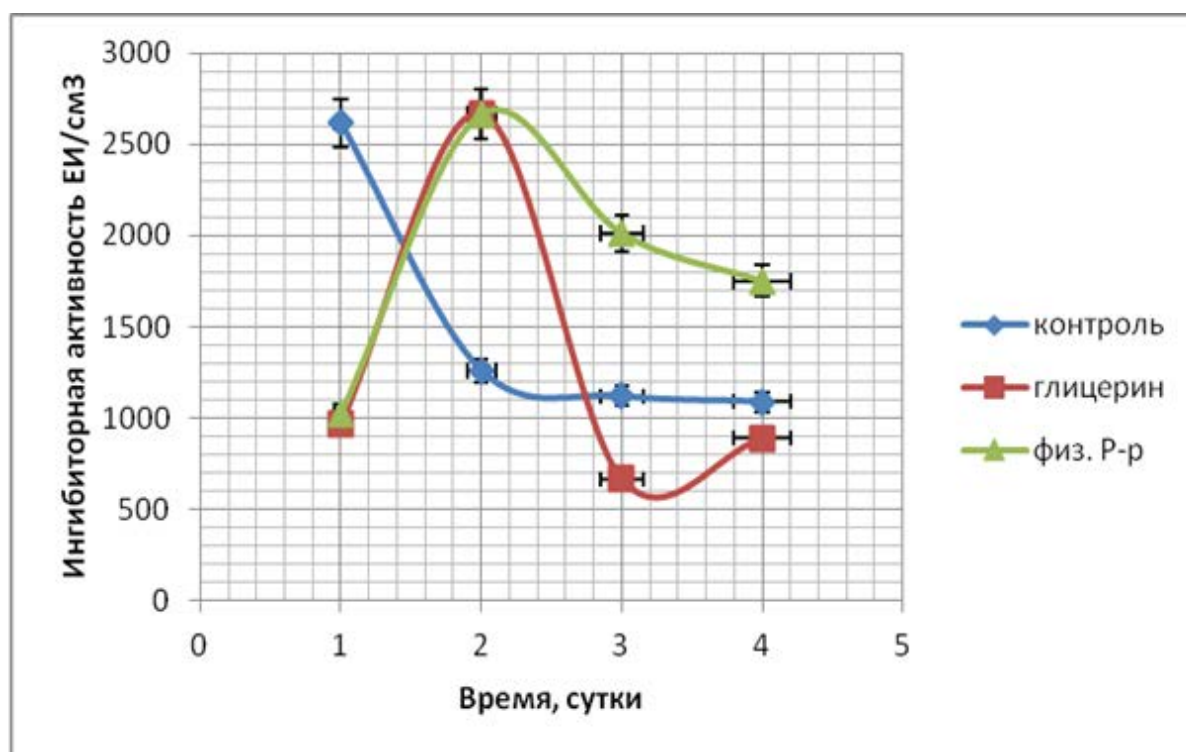


Рис. 2. Активность ингибитора гликозидаз в результате 12 мес хранения штамма *Streptomyces* sp. 170

Наблюдалось смещение пиков биосинтеза ингибитора по сравнению с 9 мес хранения (см. рис. 1). Наибольшая активность клеток, хранившихся при различных условиях, на данном этапе исследований сохранилась на одном уровне. Возможно, при более длительном хранении в физиологическом растворе восстановительные биохимические процессы после низкотемпературного воздействия и адаптации протекают быстрее по сравнению с результатами экспериментов после 9 мес низкотемпературного воздействия.

Данные результаты показывают целесообразность хранения клеток штамма в среде с добавлением проникающего криопротектора, который позволяет сохранить жизнеспособные клетки в процессе длительного температурного хранения [2]. Биосинтетическая активность клеток, хранящихся в растворе с содержанием 15 % глицерина, сохраняется на более высоком уровне по отношению к другим исследуемым условиям хранения данного штамма. Объяснением полученного результата является то, что глицерин является криопротектором проникающего действия и изменяет структуру воды вне клеток, а также воздействует на проницаемость клеточных мембран, что позволяет сохранить наиболее жизнеспособные клетки и обеспечивает их биосинтетическую способность [3].

Таким образом, штамм *Streptomyces* sp. 170 при температуре хранения $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ в среде, содержащей глицерин в концентрации 15 %, и в 0,9 %-ном растворе хлорида натрия, сохраняют ингибиторную активность по отношению к свиной панкреатической α -амилазе на высоком уровне и в пределах ингибиторной активности клеток, хранившихся при положительной температуре ($+4\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Литература

1. Безбородов А.М. Микробные метаболиты – ингибиторы ферментов // *Biotechnology & Bioindustry*. 1986 № 6. С. 3-8.

2. Тюмин П.С., Непомнящий А.П., Выборнова Т.В., Салеев А.С., Шарова Н.Ю. Предпочтительная температура хранения продуцента ингибиторов α -глюкозидаз *Streptomyces violaceus* // Сборник тезисов и докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. 2018 [Электронный ресурс]. Режим доступа.
3. Саламатова Ю.А., Минаева О.М., Акимова Е.Е. Эффективность хранения ряда бактериальных препаратов в жидкой форме // Вестник Томского государственного университета. 2010 № 1. С. 20-27.



Олимов Манучехр Мирзоджонович

Год рождения: 1996

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

студент группы W42551,

направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация

технологических процессов и производств,

e-mail:manuchexr.olimov.96@email.ru

УДК 62-5

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОМ СУШКИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

М.М. Олимов

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Л. Лазарев¹

1 – Университет ИТМО

Аннотация

В работе рассматриваются перспективные направления совершенствования системы управления процессом сушки макаронных изделий. Приоритетным направлением является разработка подходов по организации мониторинга и управления состояниями неопределенности параметров энергоносителя в объеме камеры на каждом технологическом этапе. Для решения этой задачи предложены критерии для описания этих состояний на различных уровнях сложности, с использованием которых сформулирован обобщенный алгоритм управления.

Ключевые слова

Производство макаронных изделий, управление, автоматизация, состояния неопределенности.

Основными направлениями технического прогресса в макаронной отрасли являются разработка и внедрение прогрессивных технологий, автоматизированных поточных линий и высокопроизводительного оборудования. Также актуальным является вопрос повышения эффективности управления технологическим процессом, что обусловлено следующими обстоятельствами [1].

Традиционные технологии сушки макаронных изделий характеризуются значительной продолжительностью. Поэтому наметилась устойчивая тенденция на предприятиях по внедрению новых технологий т.н. высокотемпературной сушки. Использование этих технологий позволяет повысить производительность, снизить себестоимость продукции, а также значительно улучшить ее микробиологические показатели и качество. Так, например, использование высокотемпературных режимов с температурой энергоносителя (горячего воздуха) свыше 70⁰С позволяет сократить продолжительность сушки длинных изделий с 16 - 20 до 10 - 12 часов, коротких – с 7 - 8 до 4 - 6 часов.

Для внедрения передовых технологий на предприятиях, приобретает современное оборудование и поточные линии производителей из различных стран. Как правило, для организации управления и поддержания технологических режимов это оборудование имеет встроенные системы контроля и регулирования основных технологических параметров, например, таких как, температура и влажность

энергоносителя. Повышение значений «режимных» параметров, позволяющих интенсифицировать процесс, ужесточает требования к обеспечению однородности состава и свойств используемого энергоносителя в зоне сушки. В противном случае возможно появление брака, например, в виде трещин и «лома» части готовой продукции или получения продукции с повышенной влажностью. При переходе на технологии интенсивной обработки требуется обеспечить оперативность работы системы управления по поддержанию однородности или состояния неопределенности параметров энергоносителя. Работа сушилки характеризуется следующими показателями. Продолжительность рабочего цикла составляет около 6 часов, в том числе 40 - 50 мин. предварительная сушка, 110 - 120 мин. окончательная сушка, 170 - 180 мин. стабилизация и 20 - 30 мин. охлаждение. Охлаждение стабилизированных изделия без дальнейшего испарения из них влаги осуществляется в двух зонах: в первой обдувкой изделий воздухом с температурой 75°C, во второй воздухом с температурой 28°C. При этом требуется обеспечивать относительную влажность энергоносителя в объеме камеры в пределах 12.5 - 13%.

На основании сказанного можно сделать вывод о том, что одним из основных направлений совершенствования системы управления процессом сушки является разработка и внедрение подходов по контролю и управлению состояниями неопределенности основных режимных параметров в камере. Для этого решение стоящей задачи целесообразно разбить на ряд основных этапов.

1. Выбор показателей для эффективной оценки состояний неопределенности параметров с учетом специфики производства.
2. Выбор технических средств для:
 - измерения значений соответствующих параметров;
 - внесения управляющих воздействий;
 - реализации устройства управления (УУ).
3. Разработка алгоритмов и программного обеспечения для организации управления состояниями неопределенности.

Опыт решения подобных задач свидетельствует, что практическая реализация двух последних этапов существенных трудностей не представляет. В настоящее время выпускается значительное число типов датчиков для измерения состава и свойств газовых сред с различными характеристиками. Располагая их в разных точках контролируемого объема можно получить исходную информацию для оценки состояния неопределенности по каждому технологическому параметру. Аналогичная ситуация имеет место по исполнительным устройствам. В данном случае таковыми будут являться блоки вентиляторов для осуществления принудительного перемешивания масс энергоносителя или исполнительные механизмы для управления поворотом направляющих экранов. Алгоритм управления состояниями неопределенности достаточно прост. В случае превышения выбранной оценки состояния некоторого наперед заданного предельного значения осуществляется внесение управляющих воздействий по какому-либо из упомянутых каналов. Интенсивность перемешивания энергоносителя возрастет, что приведет к уменьшению неоднородности его состава и свойств. В дальнейшем, при достижении оценки состояния нижнего порогового значения, с целью экономии энергии, исполнительные устройства выключаются. При необходимости цикл управления повторяется.

Актуальной является задача выбора показателей для эффективной оценки состояний неопределенности параметров в объеме камеры и в процессе обработки на каждой стадии процесса. Анализ существующих подходов и решений позволил сделать вывод, что одним из перспективных является подход, основанный на разработках и понятиях теории энтропийных потенциалов (ТЭП) [2-4]. В ТЭП для описания состояний неопределенности объекта, в зависимости от предъявляемых требований и

уровня сложности, используется набор «вложенных» понятий энтропийных потенциалов. Эти понятия, в общем случае, можно определить кортежем множеств и отношений вида

$$E = \langle X, N_E, L_{E,Z}, P_E \rangle. \quad (1)$$

В (1) использованы обозначения: $X = \{\Omega_i(\xi)\}$, $i = 1, 2, \dots, m$ – множество параметров, используемых для описания состояния неопределенности объекта, например, температура и влажность энергоносителя ($m=2$). ξ – вектор факторов, определяющий вариацию величин i -го параметра (например, фактор времени или каких-либо пространственных координат); N_E – набор отображений для параметров из Ω_i . В моделях энтропийных потенциалов используются отображения для получения характеристик рассеяния в виде величины СКО - σ_i , базовых значений параметров - X_{ni} , величин энтропийных коэффициентов - K_{ei} , а также, при необходимости, соответствующих весовых коэффициентов c_i ; $L_{E,Z}$ – набор форм отношений для отображения элементов из N_E в P_E по схеме $N_E \rightarrow P_E$. Z – Номер варианта форм. Чаще используются два варианта отображений ($Z = 1$ и $Z = 2$), соответствующих линейным и квадратичным формам. P_E – набор критериев, характеризующих состояние неопределенности элементов из X : энтропийный потенциал (ЭП) - Δ_e , комплексный ЭП - L_Δ , многомерный ЭП - La_z . Каждый из приведенных критериев выражается вещественными числами, что является весьма удобным для организации мониторинга и управления этими состояниями. Выбор варианта критерия определяется спецификой и уровнем сложности конкретной задачи. Для решения подобных задач по одному параметру зачастую, оказывается, достаточно использовать понятие ЭП, которое выражается через «вариативные» характеристики конкретного параметра в виде $\Delta_e = K_e \sigma$. При большей размерности задачи целесообразно использовать понятие величины многомерного ЭП.

Изложенный подход к организации управления состояниями неопределенности параметров энергоносителя и, в конечном счете, качеством продукции является актуальным и для ряда других процессов биотехнологической промышленности [5].

Литература

1. Медведев Г.М. Технология макаронных изделий. СПб.: ГИОРД, 2006.
2. Управление в условиях неопределенности. Прокопчина С.В., Шестопапов М.Ю., Уткин Л.В., Куприянов М.С., Лазарев В.Л., Имаев Д.Х., Горохов В.Л., Жук Ю.А., Спесивцев А.В. Под ред. Прокопчиной С.В. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. 304 с.
3. Кулаков В.Г., Лазарев В.Л., Федупин В.А. Энтропийные модели в исследовании социальных систем. //Вопросы статистики. 2010. №10. С. 47-50.
4. Лазарев В.Л. Робастное управление в биотехнологической промышленности. Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО. 2015. 196 с.
5. Калачев М.В. Малые предприятия для производства хлебобулочных и макаронных изделий. М.: ДеЛи принт. 2008. 356 с.



Петров Евгений Тимофеевич
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., с.н.с.,
e-mail: Petrov_ET@refropkb.ru



Паршин Валентин
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
аспирант,
направление подготовки: 05.04.03 – Машины и аппараты,
процессы холодильной и криогенной техники, систем
кондиционирования и жизнеобеспечения,
e-mail: valjok.kid@yandex.ru

УДК 621.56

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ПРОЦЕССАХ СЖИЖЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СМЕСЕЙ

Е.Т. Петров, В. Паршин

Научный руководитель – к.т.н., с.н.с. Е.Т. Петров

Работа выполнена в рамках НИОКР, тема №615876 «Повышение энергетической эффективности и экологической безопасности систем хладоснабжения и кондиционирования».

Аннотация

В работе приведены первые результаты анализа эффективности использования диоксида углерода в установках разделения и сжижения углеводородных смесей. Сформированы технические решения, направленные на повышение эффективности как блока предварительного охлаждения, так и всего производства СПГ.

Ключевые слова

СПГ, углеводородные смеси, диоксид углерода, эффективность, эксплуатация, управление, предварительное охлаждение.

Анализ характеристик действующих заводов СПГ показывает, что в действующих проектах использовались в основном технологии [1, 2] с предварительным пропановым охлаждением СПГ от минус 30°C до минус 35 °C и контурами сжижения и переохлаждения смешанного хладагента и азота, соответственно. Во многих случаях для сжижения СПГ на стадии предварительного охлаждения от минус 40 °C до минус 50 °C используются смеси углеводородов, пропан-этан, этан-пропан-изобутан и др.

Представляется, что одним из методов повышения эффективности систем хладоснабжения объектов СПГ является использование в процессах сепарации и предварительного охлаждения диоксида углерода, чему способствуют его теплофизические свойства (см. рис. 1):

- работа в широком диапазоне температур (до минус 55 °С и ниже);
- высокое значение объемной холодопроизводительности [3];
- он является компонентом природного газа;
- наилучшие экологические показатели (*TEWI* и ПГП);
- не токсичен, не поддерживает горение и т.д.;
- не взрывоопасен; отсутствует коррозионная активность;
- не является электропроводной средой;
- диэлектрическая проницаемость равна 1.

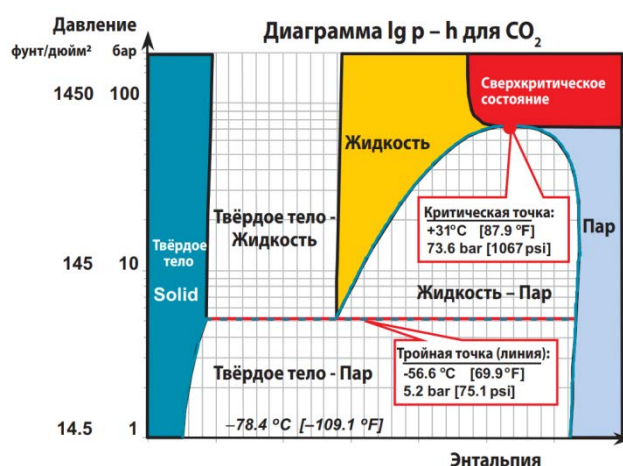


Рис. 1. Диаграмма состояния диоксида углерода (p-i)

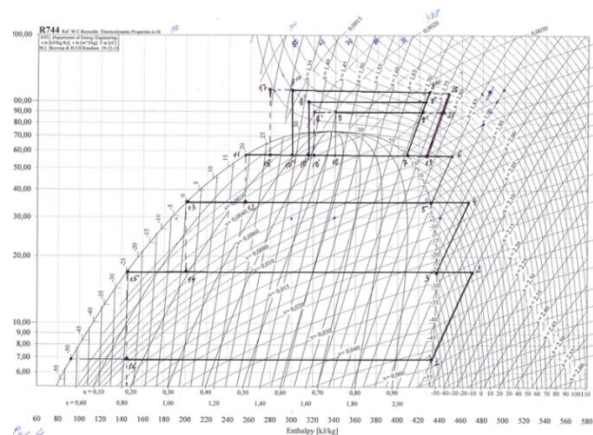


Рис. 2. Транскритический холодильный цикл

Особую значимость может приобрести использование CO_2 при проектировании плавучих станций СПГ (с учетом жестких требований по габаритам и безопасности). При повышении турбулентности судов и плавучих станций указанные свойства диоксида углерода оказываются особенно значимыми (в первую очередь за счет снижения объема легковоспламеняемых веществ).

Учитывая возможность размещения объектов в различных климатических условиях, следует предусматривать работу холодильной установки при переменном давлении нагнетания. Если температура внешней охлаждающей среды (вода, воздух) не обеспечивает возможность работы в субкритической зоне, включается дополнительный транскритический контур. При температурах охлаждающей внешней среды меньше 15 °С использование транскритических контуров может не понадобиться.

При работе в области, близкой к критическим параметрам, имеют место большие потери от дросселирования, снижается эффективность циклов. Указанное обстоятельство требует поиска решений, направленных на снижение необратимых потерь. Представленные схемы холодильных циклов фирмы *Danfoss* [4] в этом случае не позволяют существенно повысить эффективность холодильных циклов, так как:

- регенеративный теплообмен между паром низкого давления и потоком перед дросселированием не позволяет повысить эффективность цикла;
- использование эжекторов приводит к существенному усложнению схемы при незначительном повышении энергетической эффективности.

Повысить эффективность этих циклов оказывается возможным при комплексном подходе к процессу снижения необратимых потерь от дросселирования жидкости и перегрева пара за счет:

- формирования многоступенчатых холодильных циклов с многократным дросселированием (см. рис. 2);
- использования окружающей среды для сбива перегрева паров;
- утилизации тепловой энергии холодильных циклов;

- использования регенеративных теплообменников при давлениях близких к критическим;
- использования контактных теплообменных аппаратов для промежуточного охлаждения паров;
- использования естественного холода для снижения давления конденсации.

В результате может быть сформирован многоступенчатый холодильный цикл с многократным дросселированием и контактными промежуточными теплообменниками. Учитывая целесообразность использования естественного холода верхнюю секцию следует выделить в виде отдельного агрегата с индивидуальным приводом и оснащенного необходимыми средствами регулирования (производительности и степени повышения давления). Значение давления конденсации или давления нагнетания этой секции определяется по условию минимума суммарных энергетических затрат (приводы компрессоров и конденсаторов). Использование многоступенчатых холодильных циклов на диоксиде углерода обеспечивает возможность охлаждения до минус 50 °С нескольких потоков (см. рис. 3):

- природного газа на стадии предварительного охлаждения;
- смешанного хладагента (охлаждение и частичная конденсация);
- азота (после сжатия в компрессорах, работающих в криогенных детандерно-дроссельных циклах).

Указанное снижение температур потоков позволяет:

- снизить давление конденсации смешанного хладагента;
- уменьшить тепловую нагрузку на основной криогенный теплообменник, где происходит сжижение природного газа;
- снизить давление в азотном контуре.

Тем самым появляется возможность повышения эффективности всей системы, включая все технико-экономические показатели. При кратковременной работе в транскритической области предлагается сформировать отдельный контур, позволяющий снизить дроссельные потери в цикле и обеспечить возможность регулирования и отключения компрессора высокого давления при понижении температуры конденсации. Дополнительное повышение эффективности этого контура может быть обеспечено за счет использования регенеративного теплообменника и экономайзера. В результате технологическая схема производства СПГ может быть представлена согласно рис. 4.

Система предварительного охлаждения на CO_2 использует в этом случае четыре уровня давлений, причем верхний уровень обеспечивает работу в транскритической области, отключение компрессора этого уровня при снижении давления конденсации осуществляется с помощью обводной линии и трехходового клапана.

Основной целью данной работы является разработка методов формирования систем газоразделения и сжижения углеводородных смесей в процессах проектирования и методов их адаптивного управления в процессе эксплуатации.

Решение этой задачи базируется на использовании методов структурно-параметрической оптимизации систем с максимальным использованием диоксида углерода на этапах сепарации и предварительного охлаждения. Основными параметрами оптимизации в этом случае являются:

- значения температур $T_{ко}$ и давлений $P_{пг}$ потоков ПГ, смеси хладагентов $P_{см}$ и азота P_a после предварительного охлаждения;
- давление $P^*_{см}$ и состав смеси хладагентов g^*_i в процессе сжижения ПГ;
- давление в азотном контуре P^*_a (на стороне нагнетания компрессора).

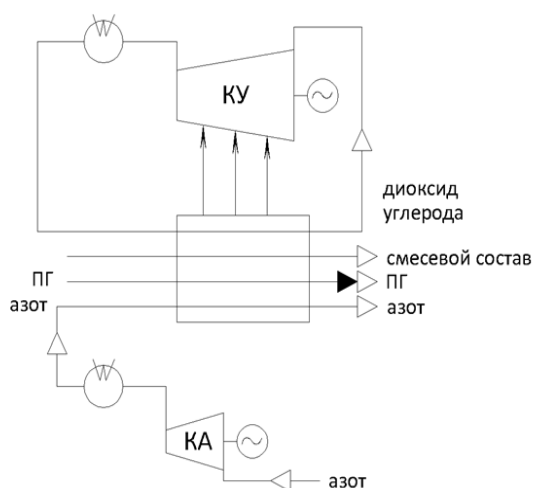


Рис. 3. Зона предварительного охлаждения природного газа

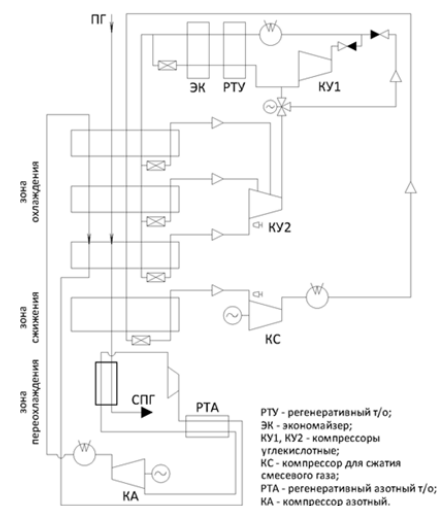


Рис. 4. Технологическая схема производства СПГ с использованием CO_2

Использование диоксида углерода в широком диапазоне температур и давлений (до тройной точки и ниже) позволяет добиться максимального снижения температур ПГ, смесового хладагента и азота в зоне охлаждения, при этом появляется возможность существенного изменения параметров потоков во всех контурах системы.

Понижение температуры ПГ, смесового хладагента и азота в зоне предварительного охлаждения позволяет существенно повысить эффективность работы всех контуров системы. Поиск оптимальных решений должен осуществляться с учетом особенностей эксплуатации системы в течение года. В этом случае задача оптимального проектирования [5] при заданном составе ПГ и степени его переохлаждения сводится к достижению условия максимизации чистого дисконтированного дохода:

$$\max \text{ЧДД} (X_1, X_2),$$

где $X_1 = X_1(P_{\text{ПГ}}^*, T_{\text{охл}}^*, g_i^*, P_{\text{см}}^*, P_a^*)$ – вектор параметров расчетного режима на стадии подбора оборудования;

$X_2 = X_2(P_{\text{ПГj}}, T_{\text{охлj}}, g_{ij}, P_{\text{смj}}, P_{aj})$ – вектор параметров в процессе эксплуатации.

Данная задача решается с использованием методов нелинейного программирования (метода "скользящего допуска" с учетом ограничений на отдельные параметры системы).

Выводы

1. Использование диоксида углерода и смесей на его основе позволяет уменьшить габариты оборудования и объем легковоспламеняемых веществ не только в зоне охлаждения, но и во всей системе в целом.

2. Предлагаемая технологическая схема с использованием многоступенчатых холодильных циклов на диоксиде углерода позволяет снизить размеры как капитальных, так и эксплуатационных затрат за счет утилизации естественного холода и снижения необратимых потерь в холодильных циклах.

3. Формирование методов оптимального проектирования и эксплуатации производств СПГ может базироваться на использовании современных методов нелинейного и динамического программирования.

Литература

1. Roberts M.J., Bronfenbrenner J.C., Yu-Nan Liu, Petrowski J.M. Large Capacity Single Train AP-X Hybrid LNG Process - Gastech 2002. Qatar.
2. Nibelke R., S. Kauffman, B. Pek - Liquefaction Process Comparison of C3MR and DMR for Tropical Conditions - GPA 81st annual convention. 2002.
3. Богданов С.Н., Бурцев С.И., Иванов О.П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ: Справ./ Под ред. С.Н. Богданова. 4-е. изд., перераб. и доп. СПб.: СПбГАХИТ. 1999. 320 с. ISBN 5-89565-028-7.
4. Руководство по проектированию промышленных холодильных систем [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://assets.danfoss.com/documents/DOC263645041995/DOC263645041995.pdf> (дата обращения: 25.02.2020).
5. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. / Утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 N BK477. 1999 г.



Переслегина Екатерина Александровна

Год рождения: 1996,
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
студент группы № W42521,
направление подготовки: 27.04.01 – Стандартизация и метрология,
e-mail: katerina_pereslegina@mail.ru



Конопелько Леонид Алексеевич

Год рождения: 1941,
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
д.т.н., профессор,
e-mail: lakonopelko@corp.ifmo.ru

УДК 621

**ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ ФАКТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
АБРАЗИВНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИСТИРАНИЯ СПЕЦОДЕЖДЫ
ХАРАКТЕРИСТИКАМ, ПРИВОДИМЫМ В СТАНДАРТЕ**

Е.А. Переслегина, Л.А. Конопелько

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

Представлены результаты сравнительного анализа характеристик абразивного материала с характеристиками, приводимыми в стандарте. Анализ проводился по двум характеристикам: поверхностная плотность и количество нитей на 10 сантиметров. Проведены испытания на стойкость к истиранию ткани для спецодежды при помощи стандартного абразивного материала.

Ключевые слова

Защитная одежда, стойкость к истиранию, абразив, поверхностная плотность, Мартиндейл.

Введение

Для подтверждения соответствия защитной одежды лаборатории проводят испытания на соответствие продукции техническому регламенту по методике изложенной в ГОСТ Р ИСО 12947-1-2011 Материалы текстильные. Определение устойчивости к истиранию полотен по методу Мартиндейла [1]. В стандарте подробно изложены характеристики абразива (шерстяной ткани), при помощи которого проводится истирание испытуемого образца пробы.

Европейские лаборатории, которые проводят испытание тканей на истирание по методу Мартиндейла, используют ткань одного артикула Британского производителя. Чтобы результаты испытаний считались достоверными, Российские лаборатории

обязаны использовать именно эту ткань. Стоимость доставки абразива и время его ожидания значительно увеличивает стоимость проведения испытаний на истирание. В результате возникла необходимость в поиске отечественных аналогов шерстяной ткани, имеющей свойства близкие к изложенным в стандарте.

Прежде чем начать подбор абразивного материала, необходимо провести сравнительный анализ характеристик, влияющих на абразивность, которые приводятся в стандарте с характеристиками, заявляемыми производителем, а также провести испытания, чтобы получить фактические показатели.

Материалы и методы

Истиранию подвергается подготовленный образец, имеющий круглую форму. Образец закрепляется в держателе, который во время испытания движется по фигуре Лиссажу. Однако, например, при испытании перчаток на стойкость к истиранию в держатель заправляется абразив.

От вида текстильного материала и метода испытания, зависит какое число циклов задаст оператор [2].

В ГОСТ Р ИСО 12947-1-2011 приведены характеристики шерстяной ткани, которая применяется в качестве абразива (таб. 1).

Таблица 1

Характеристики абразива, приводимые в ГОСТ Р ИСО 12947-1-2011

Характеристика ткани	Требования		Метод определения
	Основа	Уток	
Диаметр нити, мкм	27,5±2,0	29,0±2,0	ИСО 137
Количество нитей на 10 см	175±10	135±8	ИСО 7211-2
Поверхностная плотность, г/м ²	215±10		ИСО 3801

Абразивность ткани зависит от всех перечисленных в таблице 1 характеристик, но наиболее значимыми являются поверхностная плотность и количество нитей на 10 сантиметров по основе и по утку.

Производитель абразивного материала приводит характеристики, представленные в таб. 2.

Таблица 2

Характеристики абразивного материала, заявляемые производителем

Reference Abradant		
	Warp	Weft
Yarn per linear	R63 tex/2	R74 tex/2
Threads per 10 cm	175±10	135±8
single twist? Terns per m	540±20 Z	500±20 Z
Two-fold twist? Terns per m	450±20 S	350±20 S
Fiber diameter, mm	27.5 ±2 mm	29±2 mm
Mass per unit area of fabric, minimum g/m ²	195	
Oil content, %	0.8±0.3	

Результаты

Для получения достоверных данных было принято решение на первом этапе посчитать сколько нитей приходится на 10 см ткани по основе и по утку. Испытания проводились согласно ГОСТ 29104.3-91 Ткани технические. Метод определения количества нитей на 10 см.

Для того, чтобы определить сколько нитей приходится на 10 см тканого полотна, необходимо отметить места будущих измерений на расстоянии не менее 50 мм от края ткани. При этом отобранные образцы не должны включать одни и те же нити.

Так как количество нитей на 10 сантиметров в исследуемой ткани превышает 100, то согласно ГОСТ 29104.3-91 допустимо проводить подсчет нитей на 5 сантиметрах, умножая впоследствии полученное значение на 2.

Количество измерений при подсчете нитей на 10 см ткани должно быть 3 по основе и 4 по утку. В результате были получены значения, приведенные в таб. 3.

Таблица 3

Фактические значения количества нитей на 10 см по основе и утку

№	Основа	Уток
1	172	132
2	170	133
3	174	131
4	–	132
Среднее	172	132

Заключение

В процессе работы были определены характеристики ткани, используемой в качестве абразива, которые в значительной степени влияют на ее стирающую способность. Результаты подсчета показателя количества нитей на 10 сантиметров по основе и по утку показали, что фактические характеристики шерстяного абразива соответствуют как заявленным производителем, так и показателям, установленным ГОСТ Р ИСО 12947-1-2011.

Литература

1. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство): Учебник для студ. высш. учеб. Заведений / Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д.; под ред. Бузова Б.А. 2-е изд., стер. М.: Изд. центр «Академия». 2004. 448 с.
2. ГОСТ Р ИСО 12947-1-2011 Материалы текстильные. Определение устойчивости к истиранию полотен по методу Мартиндейла. [Текст] – Введ.2015-01-01. М. : Стандартиформ. 2013. 12 с.



Пестриков Сергей Владимирович
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
студент группы №W3455
Направление подготовки: 15.03.04 – Автоматизация
технологических процессов и производств,
e-mail: serzh.pestrikov.98@mail.ru

УДК 621

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ БИОРЕАКТОРОМ В СОВРЕМЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.В. Пестриков

Научный руководитель – Е.А. Пашкова¹

1 – Университет ИТМО

Аннотация

В работе рассмотрен ключевой процесс производства моноклональных антител – культивирование в лабораторном биореакторе, описаны особенности управления процессом культивирования МКА и задачи стоящие при разработке управляющей процессом автоматизированной системы управления, разработана схема автоматизации процесса и проведен подбор элементной базы для технической реализации системы.

Ключевые слова

Биореактор, моноклональные антитела, автоматизированная система управления.

Фармацевтическая биотехнология занимается синтезом биологических систем или молекул для производства коммерческих продуктов для диагностики и лечения болезней человека. Одним из перспективных и динамично развивающихся направлений фармацевтической биотехнологии является производство моноклональных антител. Моноклональные антитела на сегодняшний день являются высоко востребованным и незаменимым биотехнологическим продуктом, они используются в биохимии, молекулярной биологии и медицине.

Моноклональные антитела – антитела, вырабатываемые иммунными клетками, принадлежащими к одному клеточному клону, то есть произошедшими из одной клетки-предшественницы. МКА могут быть выработаны против почти любого природного антигена, который антитело будет специфически связывать. Они могут быть далее использованы для обнаружения этого вещества или его очистки. Специфичность моноклональных антител позволяет им связывать раковые клетки и, взаимодействуя с цитотоксическими агентами, такими как сильные радиоактивы, разрушать раковые клетки, не повреждая здоровые. Это свойство, делает их незаменимым инструментом для лечения онкологических заболеваний. Способ получения моноклональных антител был изобретён Жоржем Кёлером и Сезаром Мильштейном в 1975 годах. За это изобретение в 1984 году они получили Нобелевскую премию по физиологии [1].

Производство моноклональных антител – сложный и многоступенчатый технологический процесс. На цеховом этапе, он включает в себя следующие стадии:

- 1) приготовление питательных сред;
- 2) ферментация в биореакторе – рост микроорганизмов-мишеней с последующим образованием нужного метаболита(продукта жизнедеятельности этих микроорганизмов) в случае МКА это белок;
- 3) отделение целевого продукта – биомассы от культуральной жидкости и клеточной массы;
- 4) очистка и вирусная инаktivация;
- 5) расфасовка и упаковка.

Безусловно, из всех этих ступеней сложнейшим этапом процесса с точки зрения управления является ферментация.

Типы биореакторов и особенности управления процессом ферментации

Биореактор, или, как он еще называется, ферментер, это аппарат для культивирования микроорганизмов или эукариотических клеток, в котором протекают ферментативные биохимические реакции при участии живых клеток или клеточных экстрактов. В большинстве случаев от конструкции биореактора зависит техническое и экономическое исполнение процесса. Биореактор представляет собой емкость, в которой осуществляется биологическая реакция или превращение. Его основная функция – обеспечение оптимальных внешних условий для достижения максимальной эффективности процесса в биологической системе.

Биореакторы можно классифицировать:

- по принципу работы – реакторы периодического, полунепрерывного и непрерывного действия;
- по конструкционным особенностям – реакторы емкостного, колонного, трубчатого, пленочного, мембранного типов;
- по способу подвода энергии и аэрации в аппарате – реакторы с вводом энергии в газовую фазу (барботажные, эрлифтные), с вводом энергии в жидкую фазу (с циркуляционным перемешиванием, с самовсасывающей турбиной и с эжекционной системой) и с комбинированным вводом энергии (реакторы с механическим перемешиванием и барботажем, с роторным перемешиванием и аэрацией и барботажные с циркуляционным перемешиванием).

Наиболее часто для культивирования МКА применяются емкостные реакторы периодического действия с механическим перемешиванием и барботажем [2].

В биореакторе необходимо поддерживать определенные значения параметров среды: температуры, pH, солевого состава, уровней O₂ и CO₂. Точное регулирование параметров позволяет добиться снижения концентрации токсичных для клеток побочных продуктов (молочной кислоты, аммиака), более плавного расхода питательных веществ, и в итоге более высокого выхода продукта. Перечислим наиболее важные контролируемые параметры [3]:

Температура. Температура поддерживается постоянной с помощью тепловой рубашки в стенке биореактора. Теплоносителем может быть вода или спирт. Измерения температуры проводятся при помощи термометров сопротивления, также могут использоваться термопары. Температурный сдвиг на разных фазах процесса составляет от 37 °C до 34 °C.

Растворенный кислород. Растворенный в культуральной среде кислород необходим для нормальной жизнедеятельности и размножения клеток и контролируется в пределах уставки от 20 до 50% от состояния насыщения. Степень насыщения среды кислородом — отношение содержания кислорода в жидкости к ее кислородной емкости. Недостаточные концентрации растворенного кислорода могут привести к избыточному синтезу лактата (молочной кислоты), а чрезмерно высокие

концентрации растворенного кислорода приводят к цитотоксичности (токсическое действие на клетки).

pH. Так как даже небольшое отклонение в 0,1 единицы от оптимального значения pH может значительно повлиять на рост культуры и обмен веществ, pH является важной переменной для измерения и контроля. Клеточная культуральная среда содержит бикарбонат натрия в качестве буферного агента, а pH жестко контролируется посредством барботирования CO₂ при необходимости уменьшить значение pH и добавления основания (гидроксида натрия или калия), чтобы увеличить.

Растворенный CO₂ в большинстве случаев измеряется с помощью автономных газоанализаторов, в использовании стационарных датчиков нет необходимости, так как возможно поддерживать требуемое значение CO₂ в биореакторе конкретного объема правильно подобрав конструкцию барботера, скорость перемешивания и скорость подачи газа. Так как добавление CO₂ в реактор является инструментом контроля pH, его содержание в среде изменяется в достаточно широких пределах. Основное требование к системе контроля – значения парциального давления CO₂ не должны превышать ингибирующего порога в 120-150 мм. рт. ст. выше которого он негативно влияют на характеристики продукта.

Скорость перемешивания. Для культивирования в динамическом режиме исследователи стремятся к обеспечению гомогенного режима перемешивания, чтобы избежать градиентов температуры и pH, повышенных концентраций субстрата и продуктов в застойных зонах реактора. В реакторах смешения перемешивание чаще всего осуществляется лопастными мешалками при низких скоростях, что позволяет избегать механических повреждений клеток. Ситуация когда клетки распределены по всему объёму жидкой питательной среды, выравнивает условия роста в различных частях рабочей ёмкости. Наиболее часто в производстве применяется глубинное выращивание в ферментёре с принудительной аэрацией и перемешиванием. Глубинное культивирование с перемешиванием ускоряет рост микроорганизмов, клетки в такой системе находятся во взвешенном состоянии и равномерно рассредоточены по всему объёму, имеют одинаковые условия. Субстраты и продукты метаболизма рассредоточены по всему объёму равномерно.

Таким образом, система управления биореактором должна решать задачу поддержания оптимальных для воспроизведения клеток и синтеза целевого продукта значений параметров по всему объёму культуральной среды. Чтобы соответствовать современным требованиям биотехнологической промышленности, помимо этого, необходима возможность интеграции АСУ ТП в единую систему диспетчерского управления и сбора данных (SCADA).

Программно-технический комплекс для культивирования МКА

В качестве примера решения задачи управления биореактором приводится лабораторный программно-технический комплекс для культивирования МКА, используемый в отделе исследований и развития ЗАО «Биокад» (рис. 1). Данный комплекс применяется для отработки методик получения биотехнологической продукции и проведения медико-биологических научных исследований в области клеточных технологий. В комплексе используется стеклянный двустенный биореактор объемом 3 литра, с портами для датчиков pH и растворенного кислорода. Для термостатирования культуральной среды в биореакторе полость между стенками (тепловая рубашка) шлангом соединена со стальной ванной циркуляционного термостата, который обеспечивает поддержание температурного режима. Для создания необходимых для клеточной культуры условий в биореактор подаются газы – азот, кислород, углекислый газ. Дозирование подаваемых газов осуществляется при помощи перистальтических насосов. Для создания необходимых для клеточной культуры

условий в биореактор подаются газы – азот, кислород, углекислый газ. Дозирование подаваемых газов осуществляется при помощи перистальтических насосов. Программно-технический комплекс для культивирования МКА в лабораторном биореакторе состоит из следующих основных элементов:

- настольный стеклянный биореактор с тепловой рубашкой, миксером, датчиками и портом для вводом газовой смеси;
- привод миксера;
- насосная станция, включающая в себя 3 перистальтических насоса, их драйверы и источники питания;
- устройство термостатирования;
- блок управления (рис. 1).

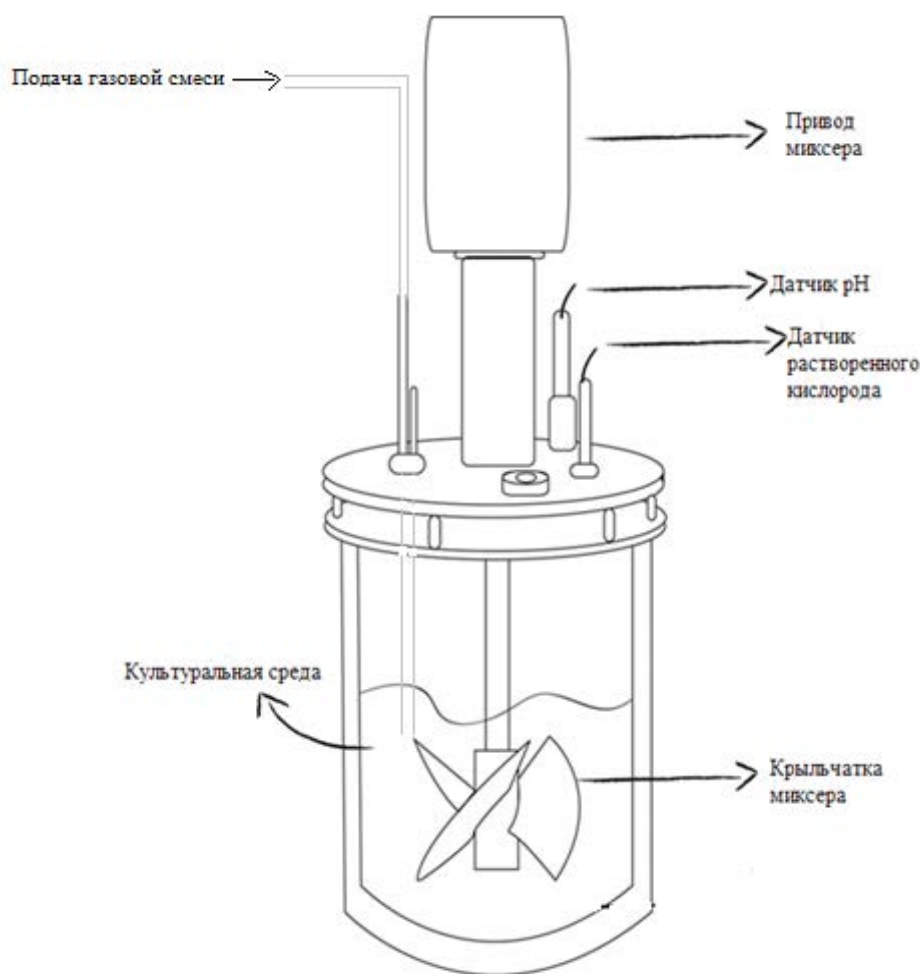


Рис. 1. Лабораторный биореактор

Технологическая схема процесса культивирования МКА с использованием данного комплекса приведена на рис. 2. Газы подаются в реактор при помощи перистальтических насосов и регуляторов расхода газа внутри блока управления. Для этого контроллер в блоке управления (БУ) формирует управляющий сигнал для включения нужного насоса, насос включается и качает газ по пневмотрубкам из производственной магистрали к регулятору расхода газа (РРГ) в БУ. РРГ анализирует значение расхода, в соответствии с показаниями РРГ контроллер регулирует скорость вращения привода перистальтического насоса. Выходящие из регуляторов пневмотрубки соединяются при помощи тройников, и смесь газов через одну трубку подается в реактор. Термостатирование осуществляется в соответствии с уставкой

температуры заданной программой-рецептом. При наличии расхождения в показаниях датчика в реакторе и уставкой термостат повышает или понижает температуру теплоносителя подаваемого в тепловую рубашку. Скорость вращения миксера регулируются блоком управления, также на блок управления поступают сигналы с датчиков температуры, pH и содержания растворенного кислорода. Анализируя показания датчиков растворенного кислорода и pH, контроллер при появлении рассогласования величины параметра с требуемым для данной фазы культивирования уровнем, формирует управляющие сигналы на регуляторы расхода газа и насосы для увеличения/уменьшения подачи того или иного газа, обеспечивая таким образом автоматическое регулирование этих параметров. Управление системой в нормальном режиме работы осуществляется при помощи SCADA, оператор выбирает одну из разработанных по техническому заданию технологов программ-рецептов, задающих комплексу значения уставок регулируемых параметров, скорости вращения миксера и время проведения процесса. Для разных целевых продуктов значения будут несколько различаться. При культивировании нового вида моноклональных антител пишется новая программа-рецепт.

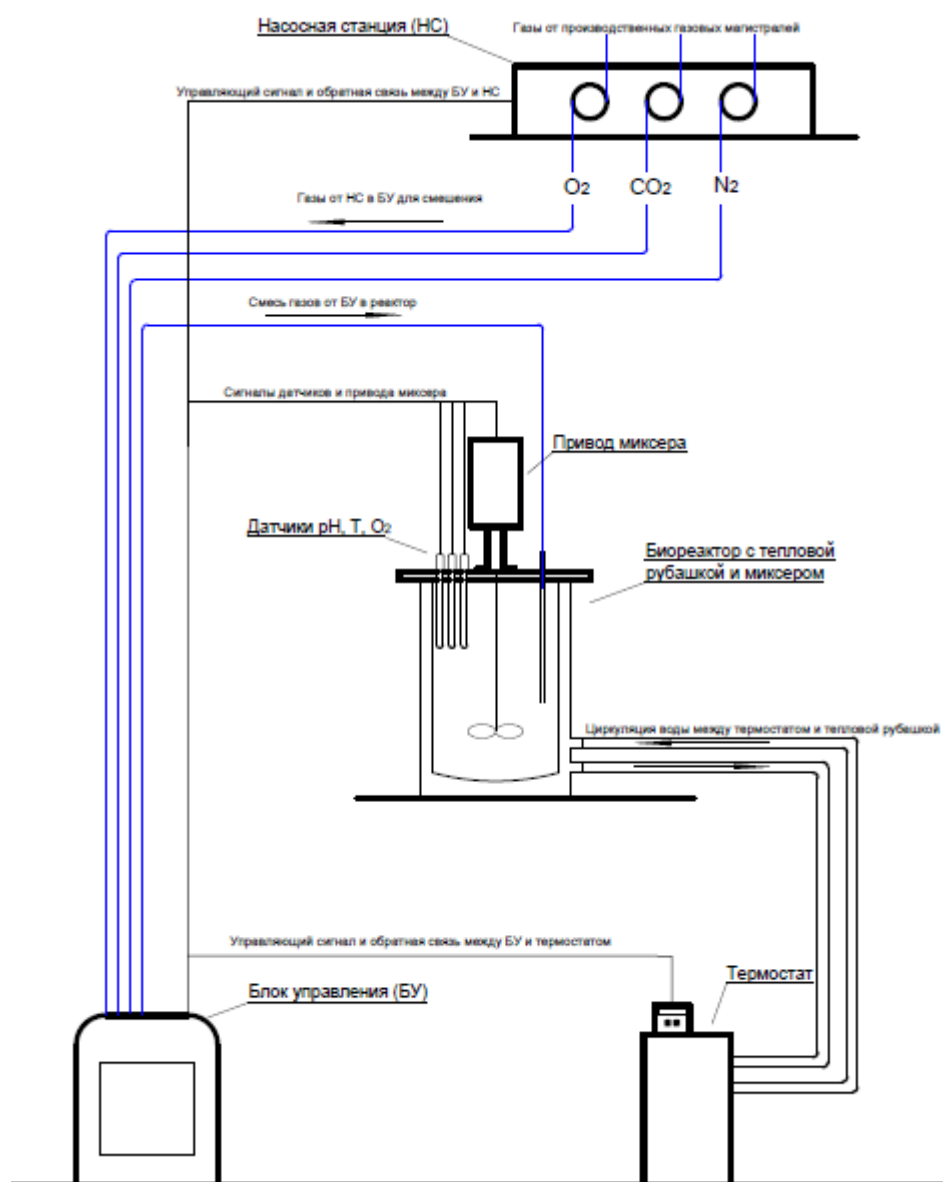


Рис. 2. Технологическая схема процесса

В работе рассмотрена задача управления биореактором в биотехнологической промышленности – сформулированы требования к автоматизированной системе управления процессом культивирования моноклональных антител, приведено описание и технологическая схема лабораторного программно-технологического комплекса используемого для культивирования МКА.

Литература

1. Riechmann L., Clark M., Waldmann H., Winter G. Reshaping human antibodies for therapy. Nature 1988; 332:323-7.
2. Сафаров Р.Р.О., Математическое моделирование половолоконного мембранного биореактора для культивирования клеток млекопитающих дис. на соиск. уч. степени канд. Техн. Наук – Москва.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. 11 с.
3. «Cell culture processes for monoclonal antibody production», Feng Li, Natarajan Vijayasankaran, Amy (Yijuan) Shen, Robert Kiss & Ashraf Amanullah Genentech, mAbs, 2:5. 466-479.



Пивоваров Андрей Сергеевич
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
студент группы №W41521,
направление подготовки: 27.04.01 – Стандартизация
и метрология в высокотехнологичном секторе экономики,
e-mail: pivovarov.as96@mail.ru

УДК 628.14

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

А.С. Пивоваров

Научный руководитель – к.т.н., доцент М.А. Кустикова¹

1 – Университет ИТМО

Аннотация

Работа посвящена анализу перспективных методов тепловизионного обнаружения повреждений тепловой сети. В современных условиях актуальность темы исследования подтверждается большими потерями тепловой энергии при транспортировке от теплоисточника к потребителю в системах централизованного теплоснабжения. В настоящее время потери в тепловых сетях достигают до 30%, что существенно увеличивает расход топлива и рост тарифов на услуги.

Ключевые слова

Тепловизионное обследование, диагностика, тепловые сети, трубопровод, обнаружение утечек.

На примере Санкт-Петербурга можно сделать вывод о том, что большая часть городских тепловых сетей отработала свой нормативный срок эксплуатации и нуждается в ремонте. Колоссальная нагрузка коммунальных служб города ложится на мониторинг за состоянием всех теплотрасс в городе. Существует много различных методов диагностики за состоянием трубопроводов. Один из таких распространенных методов заключается в тепловизионном обследовании объектов. Преимуществами тепловизионного метода являются наглядность термограмм, оперативность – сведения в режиме реального времени, точность – выявление теплового проявления скрытого дефекта. Данный метод неразрушающего контроля позволяет оперативно получать информацию о наличии аварийно-опасных участках. С помощью наиболее современного оборудования предоставляется возможность выявить утечки из трубопровода и засоры, а также обнаружить тепловые потери и повреждение изоляции.

Практика использования тепловизионного контроля широко применяется в различных сферах. В Дании тепловизором, установленным на автомобиле, за ночь проверяют до 100 км теплотрассы. Опыт одной электроэнергетической компании в Швеции, осуществляющей стопроцентный контроль подстанций, показал, что альтернативы тепловизионному контролю в этой области нет, так как перегретые узлы образуются непрерывно. В Бельгии благодаря многолетнему планомерному использованию тепловидения число отказов на электрических подстанциях сократилось в три раза. В Норвегии все линии электропередачи перед сроком

истечения гарантии подлежат тепловому контролю. Национальное бюро стандартов США разработало методику расчетов тепловых потерь с поверхности промышленных объектов, позволяющую количественно оценить износ теплоизоляции печей, накопительных емкостей.

В России на примере города Санкт-Петербург тепловая аэросъемка и фотосъемка сопровождения тепловых сетей АО «Теплосеть Санкт-Петербурга» проводится два раза в год в те узкие временные интервалы, когда совпадают технологические и погодные условия. Отчетные материалы представляются в виде каталога температурных аномалий, где в удобной для сравнения форме приводятся фрагменты карты расположения тепловых сетей. Кроме того, расшифровываются также тепловые карты, по которым можно достаточно точно определить температуру в разных точках поверхности. Персонал эксплуатационных районов оперативно производит внеплановые обходы тепловых сетей в доступных для осмотра местах выявленных температурных аномалий, в некоторых случаях проводятся внеплановые шурфовки.

Также известен опыт проведения тепловизионного контроля участка теплотрассы в городе Сочи [1]. Работы проводились в течение трех дней. Прокладка теплотрассы проходила вдоль проезжей части дороги, съемка была произведена с борта специально оборудованного автомобиля. В ходе работы были обнаружены участки с аномалиями температур на поверхности земли. При бурении шурфов в данных местах были выявлены разрушения теплоизоляции и утечки [2].

Проведение тепловизионного обследования трубопроводов зависит от многих факторов. В первую очередь от способа снятия термограмм – это изображение, на котором представлено распределение теплового излучения объектов. Излучение, чаще всего его называют, инфракрасным зависит от температуры объекта измерений, так более горячий предмет для тепловизора будет более ярким, а холодный – более темным. Термограммы снимают с помощью специального прибора – тепловизора. Термограмма приведена на рисунке.

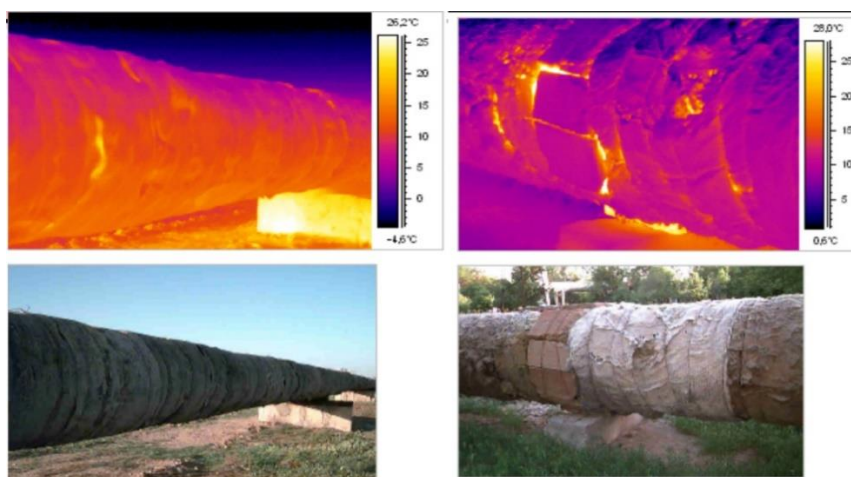


Рисунок. Термограмма с тепловизора и фото объекта

Существует несколько способов снятия термограмм, различающихся относительно размещения самого оператора с тепловизором и расстояния от анализируемого объекта. Условно эти способы можно на следующие группы:

- аэросъемка с большой высоты, с использованием вертолетов, самолетов или беспилотных летательных аппаратов;
- с использованием естественных возвышений (крыши домов, башни);
- с борта автомобиля;

- пешеходная съемка с высоты рук оператора.

При современном развитии техники возможно использования радиоуправляемых беспилотных летательных аппаратов с трансляцией картинки при помощи поднятого тепловизора. Аэросъемка очень полезна для прогнозирования работ по ремонту и определения участков с тепловыми потерями. Съемка проводится весной и осенью, при работающей система отопления. Протяженность теплотрасс для диагностики может составлять большие расстояния. Анализ данного метода имеет недостатки, связанные со сложностью в реализации и высокой стоимостью [3]. Так же есть трудность при получении разрешений на полеты и установку на борт требуемого оборудования.

Преимущества тепловизионного метода заключается:

- наглядность. Не требуется подготовки для понимания термограмм;
- оперативность. Тепловизор выдает сведения в настоящий момент времени;
- точность. Минимальный скрытый дефект проявляет тепловое излучение;
- достоверность данных;
- безопасность;
- большой объём;
- быстрая окупаемость;
- бесконтактность и дистанционность процесса контроля;
- мобильность аппаратуры;
- независимость от размеров объекта;
- неразрушающий метод обследования.

Недостатки тепловизионного контроля связаны в основном с условиями окружающей среды и требованиями проведения измерений [4]. Интенсивные осадки могут исказить результаты измерений. К тому же, измерение влажных объектов может привести к ошибкам, поскольку поверхность измеряемого объекта охлаждается при испарении осадков.

Уровень относительной влажности воздуха при проведении измерений должен быть низким, во избежание конденсации в воздухе на измеряемом объекте. Инфракрасное излучение не может полностью пройти сквозь воду, туман и иные испарения, что создает определенные помехи. Взвешенные вещества имеют высокий показатель излучения. Они являются помехой при измерениях.

Освещение не оказывают значительного влияния на измерения. Но, в свою очередь от источников света исходит инфракрасное тепловое излучение, незначительно влияющих на температуру объектов. Не следует проводить измерения днем под прямыми солнечными лучами.

Результат проведения тепловизионного контроля напрямую зависит от дальнейших работ по ремонту трубопроводов. Исходя, из результатов диагностики можно делать выводы о необходимости срочной замены трубопровода или планировать сроки работ постепенно.

Если не проводить работы по диагностики с использованием тепловизионного метода могут возникнуть непредсказуемые последствия. К ним относятся крупные аварии на теплосети – это прорывы водопроводов под землей и на поверхности [5]. Это может привести к угрозе безопасности граждан, поскольку в трубопроводе протекают горячие потоки воды. Нередко случались случаи гибели и ожогов людей из-за прорыва на теплотрассе.

Раннее обнаружение повреждений теплопроводов позволить заранее приступить к текущему ремонту маленького участка тепловой сети. Если повреждения не удалось обнаружить, как следствие из маленького дефекта со временем случится катастрофа,

что приведет к капитальному ремонту всего участка сети. На капитальный ремонт потребуются большие средства и длительное отключение горячей воды потребителям.

Многие эксплуатационные организации для устранения аварий в теплосетях до сих пор применяют метод последовательного вскрытия участков, опираясь на опыт, логику и земляные работы. Однако, это далеко не всегда позволяет обнаружить утечку воды, к тому же, вместе с лишними зонами вскрытия магистрали возрастает время определения места течи и расходы на восстановление.

Последствия крупных аварий угрожают отключением отопления большому количеству жителей города на неопределенный срок ликвидации последствий. К таким социальным объектам относятся: многоквартирные дома, образовательные, медицинские учреждения и другие важные объекты.

Обследование трубопроводов предоставляет возможность существенно снизить риск возникновения аварийных ситуаций и уменьшить тепловые потери. Данный метод исследует объект без вывода из эксплуатации тепловой сети, из-за чего не нужно отключать центральное теплоснабжение потребителей. Методом тепловизионного контроля определяется порядка 40% скрытых утечек теплоносителя от общего количества технологических нарушений на тепловых сетях. Метод тепловизионного обнаружения остается одним и единственным, позволяющим оперативно, в режиме реального времени, получить информацию о наличии и локализации аварийно-опасных участков.

Технология тепловизионного обследования наиболее распространена во всех сферах инфраструктуры. Основным перспективным направлением в совершенствовании развития диагностики тепловизионного обнаружения является расширение использования радиоуправляемых беспилотных летательных аппаратов, который будет передавать на монитор термограмму. Такой способ безопасен и позволяет охватить большое количество объектов, сократить трудоемкость и время работы. Тепловизионный метод остается одним из единственных, который позволяет в реальное время получать сведения о наличии аварийно-опасных участков тепловой сети.

Литература

1. Полежаев Ю.В. Теплоснабжение: проблемы и перспективы» Энергонадзор и энергобезопасность. 2008 г. № 4.
2. Авдюнин Е.Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты. 2019. 300 с.
3. Романов В.В., Озерский А.И. Основы теплотехники. 2017. 330 с.
4. Шкаровский А.Л. Теплоснабжение. 2018. 392 с.
5. Тепловизионный контроль [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.pergam.ru/articles/teplovizor-v-energetike.htm/> (дата обращения: 14.01.2020).



Позднякова Виктория Владимировна

Год рождения: 1995

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

аспирант,

направление подготовки: 25.00.36 – Геоэкология,

e-mail: viktoriya.17@mail.ru



Кустикова Марина Александровна

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

к.т.н., доцент,

e-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 543.424.2

**СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

В.В. Позднякова, М.А. Кустикова

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

Аннотация

Рассматриваемые системы позволяют дистанционным способом провести проявления углеводородов. Выбран наиболее оптимальный метод обнаружения углеводородов и мониторинга окружающей среды, который обеспечит высокую эффективность проведения поисковых работ за счет обследования больших площадей и идентификации углеводородных составляющих.

Ключевые слова

Системы обнаружения углеводородов, экологический мониторинг, лазерная спектрально-оптическая система, дистанционное зондирование, подводная геологоразведка.

Не секрет, что развитие нефтегазоносности страны всегда являлась актуальной задачей не только для решения экономических задач, но также политических. На сегодняшний день наиболее перспективным регионом нефтедобычи является Арктический шельф.

Развитие Арктического региона является одной из первостепенных задач Российской Федерации. Ресурсы российской территории Арктического шельфа на текущий момент составляют примерно 511 млрд тонн нефтяного эквивалента, что в свою очередь составляет порядка 65% мировых углеводородных ресурсов [1]. Очевидно, что в суровых климатических условиях не всегда применимы привычные методы обнаружения нефтяных залежей. Более того, разработка новых методов также

обусловлена необходимостью изучения в частности Арктического морского шельфа, а именно Арктических морей, а также Северного ледовитого океана [4].

Целью работы является изучение систем обнаружения морских залежей углеводородов, а также выбор наиболее оптимального.

В современных условиях процесс изучения морских районов на наличие углеводородного потенциала основан на методе пробной скважины или в лучшем случае отборе проб для последующего анализа. Такие методы не позволяют производить экспресс-анализ, нарушают сложившиеся экосистемы, а также требуют значительных денежных затрат. Поэтому, современный этап развития нефте- и газопоисковых и геологоразведочных работ на акваториях требует расширения технологических возможностей и применения более широкого комплекса методов и технологий. В этом плане, лидарная техника относится к одному из приоритетных и стратегических направлений.

В настоящее время в России разработано достаточно большое число мобильных дистанционных диагностических методов, которые решают проблемы поискового и экологического мониторинга, представленных на рисунке.



Рисунок. Методы поискового и экологического мониторинга

1. Способ аэрокосмического изучения месторождений полезных ископаемых на основе многозонального дистанционного зондирования поверхности электромагнитными излучениями с целью обследования как ландшафтных признаков, так и локальных электрических, магнитных и термических аномалий.

2. При комбинированном способе проводят геохимическую съемку путем изучения газов, сорбированных на глинистой матрице, по результатам которой выявляют зоны углеводородных аномалий, а затем на участках площади по профилям в пределах выявленных углеводородных аномалий с выходом в нормальное поле проводят сейсмо- и электроразведочные работы, по результатам которых судят о параметрах пласта на глубине от поверхностной геохимической аномалии до искомой залежи

3. Дистанционное зондирование основано на многозональном ландшафтном зондировании дополненное фотографированием растительности в узких зонах электромагнитного спектра в различные сроки фаз вегетации и определения групп химических соединений, накапливающихся в биомассе растительности по величине контрастов фотоизображений.

4. Тепловизионная съемка позволяет выделять геологические объекты, обладающие высокой тепловой контрастностью.

Все перечисленные методы обладают определенными недостатками, главным из которых является недостаточная устойчивость аппаратов к погодным условиям Арктического региона.

Более результативный поиск месторождений углеводородов в суровых климатических условиях возможен с применением методов и средств фотоники и оптоинформатики, что позволяет осуществлять и повысить производительность геологоразведочных работ на слабо изученных российских акваториях с минимальными денежными и временными затратами [2, 3].

Оптимальной системой является использование дистанционных методов подводной геологоразведки.

Основу лазерных спектрально-оптических систем для подводных исследований составляет спектрометр, который в зависимости от вида применяемого источника излучения может работать по одной из измерительных схем: абсорбционной, флуоресцентной или рамановской спектроскопии.

Среди систем дистанционного поиска, действующих на основе механизмов возбуждения молекул под действием лазерного излучения, наибольшей селективностью и эффективностью отличаются лидары комбинационного рассеяния.

Основной принцип заключается в том, что источник света возбуждает комбинационное рассеяние в образце, оптическая система передает рассеянное излучение на детектор, где регистрируется сигнал рассеяния.

Применение предложенной системы мониторинга залежей углеводородов и экологического мониторинга осуществляется в следующей последовательности:

1. Определение региона или ареала исследования.
2. Выполнение дистанционных измерений в месте исследования.
3. Анализ измеренных данных.
4. Измерения с помощью аппарата подводной геологоразведки.
5. Получение и анализ данных о возможном наличии залежей углеводородов в исследуемой территории.
6. Сбор, получение и анализ проб с целью мониторинга экологической обстановки.
7. Объединение и анализ всех собранных данных.
8. Бурение пробной скважины.

Таким образом, представлено описание наиболее оптимальной системы проведения и организации мониторинга окружающей среды в комбинации с мониторингом наличия залежей углеводородов.

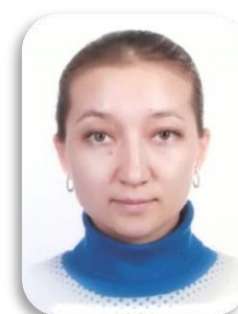
Полученные результаты будут в дальнейшем использованы для разработки комплекса подводного геологоразведочного аппарата.

Литература

1. Министерство природных ресурсов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/>. Дата обращения: 16.01.2020.
2. Petrov N.V.; Bespalov V.G.; Makarov E.A.; Zhevlakov A.P.; Soldatov Yu.I, "Design and development of underwater laser spectroscopic system for hydrocarbon deposits exploration," Laser Optics, 2014 International Conference, vol., no., pp.1,1, June 30 2014-July 4 2014.
3. White S.N. Qualitative and quantitative analysis of CO₂ and CH₄ dissolved in water and seawater using laser Raman spectroscopy // Applied spectroscopy. 2010. V. 64, No. 7. P. 819–827.
4. Новиков Ю.Н. Некоторые проблемы изучения и освоения углеводородного потенциала морской периферии России // Электронный журнал "Нефтегазовая геология. Теория и практика" 2012. Т.7. №4. Режим доступа: http://www.ngtp.ru/rub/5/68_2012.pdf.



Попова Ирина Сергеевна
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы № Т42503,
направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство,
e-mail: irinka.2595@mail.ru



Молодкина Нелли Ринатовна
Университет ИТМО,
факультета пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент практики,
e-mail: nrkh25@hotmail.com

УДК 663.15

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИПОЛИТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И.С. Попова

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.Р. Молодкина

Аннотация

В работе представлена актуальность проблемы очистки сточных вод пищевых предприятий с применением жизнеспособных микроорганизмов. Методы биологической очистки рассматриваются на примере биодеструкции такого компонента сточных вод производства как жиры. Выявлена эффективность и целесообразность применения методов биологической очистки, преимущественно с использованием жизнеспособных липидоокисляющих микроорганизмов с точки зрения экологических аспектов.

Ключевые слова

Липидоокисляющие микроорганизмы, биотрансформация, биodeградация, сточные воды молочной промышленности, липиды.

В настоящее время в индустриально развитых странах для решения проблем, связанных с очисткой водных сред и восстановления нарушенных экосистем, все чаще используются биологические методы очистки. Большое внимание уделяется поиску, селекции или созданию генно-инженерными методами микроорганизмов, которые способны эффективно разлагать многие загрязнения, которые считались устойчивыми к биodeградации. Для эффективного определения загрязнения природных сред в различных концентрациях, разрабатываются тест-системы, определяющие концентрации вплоть до следовых количеств.

Рассматривая область водоочистки и водоподготовки, следует отметить, что особое внимание уделяется проблемам, которые связаны с обеспечением качества воды. Наиболее эффективным методом для глубокой очистки и удаления биогенных элементов является биологический метод.

Эффективность, экологичность и экономичность биологической очистки заключается в том, что данный процесс сокращает образование вторичных отходов. Биологический материал несет способность включаться в трофические цепи питания и природный круговорот веществ. Отличие биологических способов очистки от большинства физических и химических методов в том, что они позволяют полностью минерализовать органические загрязнения [2].

На сегодняшний день серьезной экологической проблемой является очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности, в составе которых наблюдаются высокие концентрации жиров. Одним из перспективных способов решения этой проблемы является биоферментная технология их разложения на локальных очистных сооружениях предприятия. Биоферментные технологии разложения и утилизации жиров основаны на использовании жизнеспособных микроорганизмов-продуцентов липаз [1].

Отсюда прослеживается актуальность исследования данной темы, интерес в постановке опыта в лабораторных условиях и анализ полученных данных.

Для проведения практических исследований в лаборатории, необходимо найти штаммы микроорганизмов, которые удовлетворяют требованиям научной исследовательской работы. Для этого проводился обзор и анализ статей по данной тематике.

В одной из статей объектом исследования служили штаммы культур бактерий. Чистые культуры взяты из коллекции кафедры ТМС СПбГТИ (ТУ). Перечень исследованных культур приведён в таблице.

Таблица

Липолитическая активность исследованных бактериальных культур

№	Культура	Липолитическая активность		
		1 сутки	2 сутки	5 сутки
1	<i>Agrobacterium sp.</i>	–	–	–
2	<i>Arthrobacter citreus</i>	–	+	+*
3	<i>Arthrobacter globiformis</i>	–	–	+
4	<i>Azotobacter chroococcum</i>	–	+	+
5	<i>Bac. megaterium</i>	–	–	–
6	<i>Bac. mesentericus</i>	–	+	+
7	<i>Bac. mycoides</i>	–	–	–
8	<i>Bac. polymyxa</i>	–	+	+
9	<i>Bac. subtilis</i>	–	–	–
10	<i>Bac. subtilis um. 79 (329)</i>	–	+	+
11	<i>Bac. thuringiensis</i>	–	+	+*
12	<i>Bacillus cereus</i>	–	–	–
13	<i>Flavobacterium sawor</i>	–	–	+
14	<i>Flavobacterium sp.</i>	–	+	+
15	<i>Micrococcus corallines</i>	–	–	–
16	<i>Micrococcus polychromus</i>	–	–	–

продолжение таблицы

№	Культура	Липолитическая активность		
		1 сутки	2 сутки	5 сутки
17	<i>Mycobacterium album</i>	–	–	–
18	<i>Mycobacterium brevicola</i>	–	–	+
19	<i>Mycobacterium luteum</i>	–	+	+
20	<i>Mycobacterium phlei</i>	+	+	+
21	<i>Mycobacterium sp.</i>	+	+	+
22	<i>Nocardia rubra</i>	–	–	+
23	<i>Pseudomonas aurantiaca</i> 336/547	–	–	–
24	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	–	–	–
25	<i>Pseudomonas sp.</i>	–	–	–
26	<i>Rhodococcus equi</i>	+	+	+
27	<i>Sarcina erythromyxa</i>	+	+	+
28	<i>Sarcina flava</i>	–	+	+
29	<i>Sarcina lutea</i>	–	+	+
30	<i>Staphylococcus citreus</i>	–	+	+

Для определения липолитической активности отобранных культур в лаборатории был проведен скрининг на агаризованной питательной среде. Активность липазы измеряли модифицированным методом Shukla.

Опираясь на данные таблицы, мы выделили следующие бактериальные культуры, которые были бы наиболее эффективны для постановки опыта: *Mycobacterium sp.*, *M.phlei*, *Arthrobacter citreus*, *A.globiformis*, *Rhodococcus equi*, *Bac. Mesentericus*, *Bac. Polymyxa*, *Bac. Thuringiensis*, *Flavobacterium sawar* [2].

Для того, чтобы сделать анализ и оценку результатов запланированного опыта в лаборатории, будет использована методика измерений массовой концентрации жиров в пробах природных и очищенных сточных вод методом ик-спектрофотометрии с применением концентратометров серии КН. Данная методика основана на измерении зависимости интенсивности поглощения С-Н связей в инфракрасной области спектра (2930 ± 70) см-1 от массовой концентрации жиров в растворе четырёххлористого углерода.

Сточные воды предприятия проходят несколько стадий очистки. Они включают в себя механическую, стадию предочистки (погружные электрокоагуляторы, блок нейтрализации стоков), биологическую (биореакторы с анаэробной зоной очистки, биореакторы с аэробной зоной очистки), стадии коагуляции и осаждения ила во вторичных отстойниках, стадию доочистки, дезинфекции (ультрафиолетовое облучение) и обработка осадков механическим обезвоживанием [3].

Внедрение в систему очистных сооружений предприятия жизнеспособных микроорганизмов, которые способны продуцировать фермент липазу, для очистки сточных вод от жиров возможно на стадии биологической очистки как дополнительный блок с установкой ещё одного биореактора. Данное дополнение повысит эффективность очистки сточных вод, сократив содержание жировых загрязнений, тем самым улучшив качество воды и снизив негативное воздействие на окружающую среду.

Заключение

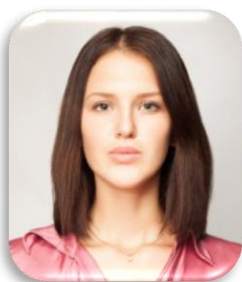
В заключение, следует отметить, что проблема очистки сточных вод предприятий от органических загрязнений с применением микроорганизмов

привлекает свое внимание на протяжении некоторого времени. Об этом можно судить исходя из иностранных статей и обзоров прошлых лет, например таких, как «Biodegradation of dairy wastewater using bacterial isolates»/ Priyadharshini.M., R.Santhosh Kumar или «Behavior of lipids in biological wastewater treatment processes»/ K. V. Chipasa, K. Me drzycka, которые демонстрируют заинтересованность в исследовании данной проблематики и стремление найти пути ее решения [4, 5].

Отсюда прослеживается актуальность и целесообразность изучения данной темы, степень значимости и возможности дальнейшего изучения.

Литература

1. Прикладная экобиотехнология. Учебное пособие /Кузнецов, Градова, Лушников
2. Скрининг продуцентов липаз/ Пушкарев М.А., Лисицкая Т.Б., Галынкин В.А., Гарабаджиу А.В., Козлов Г.В., Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет).
3. Экологическая биотехнология: Пер. с англ./Под ред. К.Ф. Форстера, Д.А. Дж. Вейза. Л.: Химия. 1990. Пер. изд.: Великобритания.
4. Bharati S. Shete * and N. P. Shinkar. Dairy Industry Wastewater Sources, Characteristics & its Effects on Environment // International Journal of Current Engineering and Technology
5. Chipasa K.V., Medrzycka Behavior K. of lipids in biological wastewater treatment processes // Microbiol Biotechnol. 2006.



Попчук Виктория Викторовна

Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
студент группы №W42502,
направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность,
e-mail: vikaporchuk1995@gmail.com



Кустикова Марина Александровна

Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., доцент,
e-mail: makustikova@corp.ifmo.ru

УДК 662.994

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ, ПОЛУЧЕННЫХ
КАК ОТХОДЫ ИЛИ ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

В.В. Попчук

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

В работе рассмотрены современное состояние и перспективы использования вторичных энергетических ресурсов на территории Российской Федерации. На основании открытых статистических данных проведен анализ объемов выбросов парниковых газов при сжигании углеродного топлива. Проведена оценка топливно-энергетического комплекса Российской Федерации.

Ключевые слова

Вредные выбросы, ТЭК, вторичные энергетические ресурсы, парниковые газы, топливно-энергетические ресурсы, экология.

Сложно переоценить значимость полезных ископаемых в жизни современного человека. Преобразованная энергия используется в бытовых и производственных целях. Главными природными энергоносителями выступают чаще всего такие ресурсы, как нефть, природный газ, уголь. Объемы добычи и потребления ископаемого топлива не были однородными. С течением времени происходило изменение данных показателей. Так, например, в период с 1850-х по 1930-е годы, в общем объеме добычи доминировал каменный уголь, в период с 1940-х по 2000-е – нефть, а начиная с 2010-х – природный газ. Стоит отметить, что с возрастанием темпов научно-технического

прогресса прямо пропорционально растёт и величина потребления топливно-энергетических ресурсов, что неизбежно ведёт к постепенному увеличению нагрузки на окружающую среду.

Анализ графика Килинга (рис. 1), разработанный учеными на основе измерений в погодной обсерватории Мауна-Лоа, показывает, что с начала регистрации наблюдений (1958 год) идет постепенное увеличение концентрации оксида углерода (CO₂) в атмосфере.

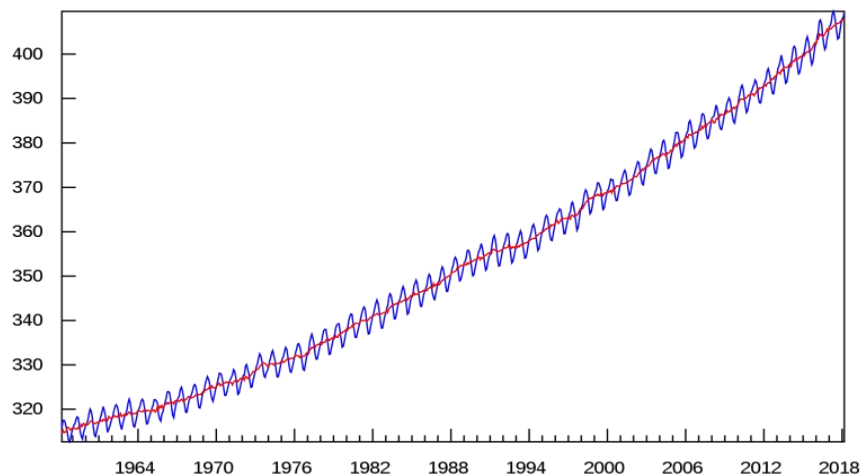


Рис. 1. График Килинга [1]

По последним научным данным возрастание объемов эмиссии CO₂ обусловлено не только естественными процессами, происходящими на Земле, но и влиянием антропогенных факторов, таких как сжигание ископаемого топлива, биомассы, реализация технологических процессов и т.д. С накоплением углекислого газа в атмосфере связан парниковый эффект, который нарушает естественный температурный баланс на Земле.

Анализируя статистические данные [2], представленные Всемирной метеорологической организацией (рис. 2), можно сделать вывод, что основными «загрязнителями» атмосферы являются крупнейшие промышленные центры, такие как Китай, США, РФ и т.д. Связано это с объемами добычи и потребления топливно-энергетических ресурсов, которые требуются для поддержания экономического баланса страны.



Рис. 2. Объемы выбросов парниковых газов

Воздействие парникового эффекта на окружающий мир многогранно. Например, наличие парниковых газов ведет к естественному процессу озеленения планеты. Но стоит так же отметить и негативное влияние, которое рассмотрено в таб. 1.

Таблица 1

Последствия воздействия CO₂ на окружающий мир

№ п/п	Классификация последствий	
	Тип последствия	Примеры
1	Климатические	Таяние ледников, природные катаклизмы, окисление океана, эрозия почвы, резкое изменение климата
2	Воздействие на экосистемы	Вымирание различных видов живых организмов,
3	Социальные	Изменение образа жизни, потеря крова, разрушение инфраструктуры городов, сел и т.д.
4	Воздействие на здоровье людей	Рост заболеваемости, недоедание, травмы и гибель

Методами, которые доказали свою эффективность в борьбе за уменьшение антропогенной эмиссии парниковых газов, являются:

1. Увеличение доли использования природного газа и биомассы.
2. Реализация энергосберегающих мероприятий.
3. Использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

На сегодняшний день развитие альтернативной энергетики не может обеспечить человеку полный отказ от потребления топливно-энергетических ресурсов. Ввиду этого обстоятельства, мировое сообщество находится в постоянном поиске эффективных решений по модернизации имеющихся технологий, направленной на снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Развитие стран в области энергосбережения и энергоэффективности являются одними из приоритетных задач современного мира. В Российской Федерации разработан Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ». Политика по энергосбережению направлена не только на повышение экономической эффективности, но и на снижение нагрузки на окружающую среду.

Не секрет, что состояние топливно-энергетического комплекса в РФ весьма тяжелое. На сегодняшний день моральный и физический износ основных фондов оценивается более, чем в 50%. Это при том, что темпы потребления топливно-энергетических ресурсов постоянно растут.

Одним из методов повышения показателей энергоэффективности и энергосбережения на производстве является внедрение технологий, связанных с использованием вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).

ВЭР принято называть ресурсы, полученные как отходы производства и потребления или побочных продуктов в результате осуществления технологического процесса или использования оборудования, функциональное назначение которого не связано с производством соответствующих видов энергетических ресурсов [3]. Данные продукты обладают энергетическим потенциалом, который так же можно использовать в производственных целях. Различные установки для утилизации ВЭР дают возможность частично замещать потребляемое топливо.

ВЭР принято подразделять на три основные группы, которые представлены в таб. 2. На сегодняшний день в мире существуют различные технологии, установки и агрегаты, направленные на эффективное использование вторичных ресурсов.

Классификация ВЭР

№ п/п	Виды ВЭР	Пример ВЭР	Установки утилизации	Замещаемый ресурс
1	Тепловые	физическая теплота уходящих газов; пароконденсатная смесь; вторичные пары	котлы-утилизаторы; рекуперативные теплообменники-утилизаторы; теплогенерационные установки; теплоулавливающая аппаратура	топливо; электроэнергия; тепловая энергия; холод
2	Горючие	технический водород; сажевый газ; горючие газы; отходы деревообрабатывающей промышленности; бытовой мусор	горелочное устройство; энергогенерирующая установка; топливосжигающая установка; котлы-утилизаторы	электроэнергия; тепловая энергия; топливо
3	ВЭР избыточного давления	сжатый природный газ, водяной пар	гидравлические турбины	электроэнергия

Реализация современных технологий на производстве по утилизации ВЭР требует значительных капитальных вложений со стороны предприятия [4]. Это обстоятельство значительно усложняет процесс внедрения данных мероприятий и требует поддержки со стороны государства. Необходимо вести работу в области разработки программ по стимулированию промышленных предприятий. Таковыми могут выступать:

1. Информационные стимулы, которые включают в себя различные рекламные кампании, конкурсы, ярмарки, выставки, распространение передового опыта, публичная информация о позитивном или негативном опыте.

2. Финансово-экономические стимулы – субсидии, гранты от государства, льготные займы, дифференцированное налогообложение, система санкций и штрафов.

3. Нормативно-правовые стимулы – ведение и исполнение обязательных и добровольных стандартов, осуществление сертификации продукции, услуг и технологических процессов по критерию энергоэффективности.

Изучая практику применения ВЭР на предприятиях топливно-энергетического комплекса в РФ, можно наблюдать, что доля таких технологий постепенно растет.

Крупнейшие промышленные предприятия на территории РФ находятся на пути постепенной модернизации своих производств. Основной целью выступает не только достижение экономической выгоды, но и увеличение экологичности производства, которая достигается путем снижения количества потребляемых ископаемых ресурсов, энергопотерь и вредных выбросов в окружающую среду. Например, ЧерМК (ПАО «Северсталь», г. Череповец) увеличил генерацию собственного тепла до 78% за счет утилизации коксового, доменного и конвертерного газов, доля которых составляет 27,9%. НА АО «Воркутауголь» (ПАО «Северсталь», г. Воркута) внедренные технологии позволяют использовать шахтный метан для работы котельных. В установках происходит утилизация 73% дегазированного метана (CH₄). АО «Ангарская нефтехимическая компания» (РН «Роснефть», г. Ангарск) увеличила объемы выработки собственного пара за счет вовлечения дымовых газов. Данное мероприятие

за полгода от реализации позволило сэкономить 17 тыс. тонн топлива, что равняется 130 млн руб.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что постоянно нарастающая нагрузка на окружающую среду вынуждает человека не только искать альтернативные источники энергии, но и совершенствовать существующие технологии. Высвобождающиеся вредные выбросы в атмосферу в ходе антропогенной деятельности ухудшают условия жизни не только самого человека, но и всех живых существ.

Развитие государственной политики в области энергосбережения и энергоэффективности является одним из шагов к улучшению экологической обстановки. Стоит так же отметить важность взаимодействия между государством и промышленными предприятиями. Только путем их симбиоза реально увеличить долю внедрения современных технологий, позволяющих снизить потребление энергоносителей, и тем самым добиться уменьшения нагрузки на окружающую среду.

Литература

1. The Keeling Curve [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/> (дата обращения: 20.02.2020)
2. World Meteorological Organization [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://public.wmo.int/> (дата обращения: 15.02.2020).
3. Справочно-правовая система КонсультантПлюс. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 03.02.2020).
4. Свидерская О.В. Основы энергосбережения / Свидерская О.В. М.: ТетраСистемс. 2016. 176 с.



Принцева Анастасия Андреевна

Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,
м.н.с.,
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
e-mail: djkr_yfcnz@mail.ru



Шарова Наталья Юрьевна

Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,
г.н.с.,
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
д.т.н., профессор РАН,
e-mail: natalya_sharova1@mail.ru

УДК 6.60.604.2

СИНТЕЗ ФЕРМЕНТА ИНВЕРТАЗЫ ШТАММОМ ASPERGILLUS NIGER Л-4 ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА РАЗЛИЧНЫХ УГЛЕВОДСОДЕРЖАЩИХ СУБСТРАТАХ

А.А. Принцева

Научный руководитель – д.т.н., профессор РАН Н.Ю. Шарова

Аннотация

В работе рассмотрено применение углеводсодержащего сырья с целью получения в одном биотехнологическом процессе пищевых кислот и инвертазы с использованием промышленного штамма *Aspergillus niger* Л-4. Поскольку в России инвертаза не производится и значительное количество фермента закупается за рубежом, то для современной отечественной биотехнологии получение инвертазы является актуальным направлением.

Ключевые слова.

Инвертаза, сахар кристаллический, гидролизат, кукурузный крахмал, рожь, лимонная кислота, *Aspergillus niger* Л-4.

Для пищевой биотехнологии очень важны разработки по исследованию и производству ферментных препаратов. Российский рынок ферментов по-прежнему сильно зависим от иностранных производителей. Крупнейшими поставщиками ферментов на российский рынок являются датские (Novozymes и Danisco), немецкие (Biozym), американские (Alltech) и китайские (Shandong Longda Bio-Products Co) компании [1].

Предприятиями по производству ферментов в России на данный момент являются ООО «ПО«Сиббиофарм», НПЦ «АгроСистема», ООО «Агрофермент», ОАО «Московский завод сычужного фермента» и ЗАО «Завод эндокринных ферментов».

В качестве исходного сырья для получения ряда пищевых микроингредиентов используют отходы производства, состав которых не всегда соответствует производственным требованиям по экологическим показателям. Так, в мировом производстве лимонной кислоты распространенным сырьем является меласса – отход свеклосахарного производства, сложного и непостоянного состава. Наблюдается существенное сокращение площадей для выращивания сахарной свеклы. Требуется многостадийная подготовка мелассы к биотехнологическому процессу. Все это приводит к тому, что приходится искать новые виды сырья для микробиологического синтеза. Биотехнологическое производство на современном этапе своего развития преимущественно ориентируется на различные виды недорогого, легкодоступного и возобновляемого сырья. С экологической точки зрения более эффективным и более важным является крахмалсодержащее сырье.

Наряду с лимонной кислотой, единственным производителем которой в России до середины 2017 г. являлся ООО «Цитробел» (г. Белгород), на российском рынке ощущаем недостаток и других отечественных пищевых микроингредиентов, которые в России не производятся, а недостаток их восполняется за счет импортных поставок.

К таким ферментам можно отнести инвертазу (β -фруктофуранозидаза, сахараза; класс гидролаз (КФ 3.2.1.26)), которая пользуется значительным спросом и способна катализировать гидролиз углеводов в кислой среде (см. рисунок) [2].

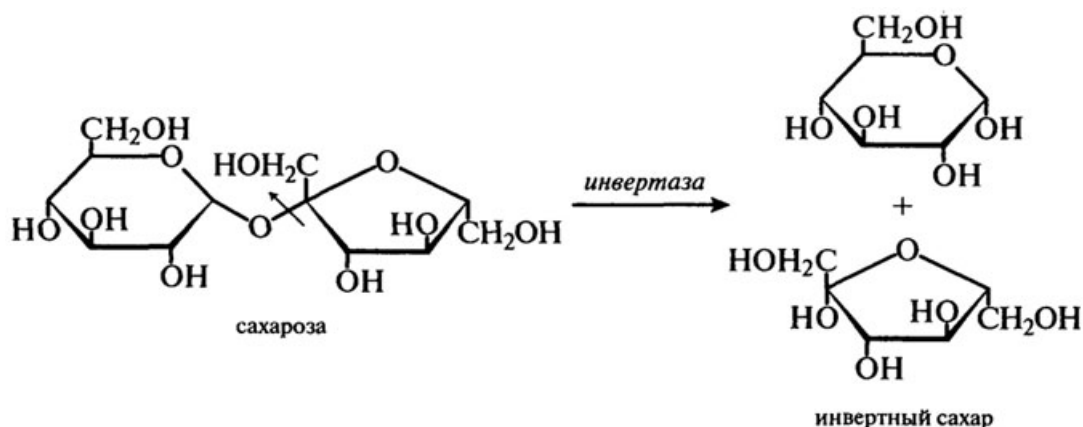


Рисунок. Ферментативный гидролиз сахарозы инвертазой (β -фруктофуранозидазой)

Инвертаза разрешена для применения при производстве пищевых продуктов в качестве технологического вспомогательного средства согласно ТР ТС 029/2012 и решению Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 № 299 (ред. от 14.06.2018) «О применении санитарных мер в таможенном союзе» (с изм. и доп., вступ. в силу с 02.03.2019). Ее применяют в производстве инвертного сиропа, в хлебопечении и в кондитерской промышленности. Фермент может использоваться как антикристаллизатор при изготовлении сгущенного молока, искусственного меда, плодово-ягодных морсов, соков, экстрактов и варенья.

Для биосинтеза инвертазы используют сахарозу, содержащуюся в сахаре кристаллическом, сахаре-сырце, а также в мелассе.

Патентно-информационные исследования позволили выявить в России единичные сведения о получении в лабораторных условиях фермента путем автолитической деструкции дрожжей, обладающих инвертазной активностью с целью получения инвертного сахара [3]. За рубежом используют штаммы дрожжей, пенициллов и аспергиллов.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте пищевых добавок с 1998 года проводятся исследования, направленные на разработку «совмещенных»

технологий, которые позволяют получать в одном технологическом процессе несколько пищевых микроингредиентов.

Цель работы – исследовать способность штамма микромицета *Aspergillus niger* Л-4 к синтезу инвертазы при культивировании на различных субстратах из углеводсодержащего сырья.

Объекты исследований: промышленный штамм-продуцент лимонной кислоты *Aspergillus niger*, полученный методом мутагенеза (ВКПМ F-171 (Л-4)), из коллекции микроорганизмов Всероссийского научно-исследовательского института пищевых добавок [4]; гидролизаты кукурузного крахмала (ГОСТ 32034–2013) и гидролизаты помола зерна ржи (РД 097-00334-557-2008); нативные растворы; ультраконцентрат, обладающий инвертазной активностью.

Методы исследований: инвертазную активность определяли колориметрическим методом [5]; массовую концентрацию белка определяли методом Лоури; содержание сухих веществ определяли рефрактометрическим методом; количественный анализ углеводного состава гидролизатов кукурузного крахмала и гидролизатов помола зерна ржи проводили методом Зихерда – Блейера в модификации Смирнова; массовую концентрацию органических кислот определяли титриметрическим методом; проводили микрофильтрацию (фильтр КФМ.Ф с размером пор 0,15 мкм, НПП «ТехноФильтр», г. Владимир), а затем выделение инвертазы проводили методом ультрафильтрации (разделительный аппарат ВПУ НПК «Биотест», г. Кириши, Россия) через полые волокна, удерживающие молекулярную массу в пределах от 1000 до 15000 кДа и с отсечением $M. m. \geq 15000$ кДа под давлением 0,2 МПа с площадью фильтрующей поверхности 2 м²; мутность определяли спектрофотометрическим методом при длине волны 750 нм; цветность определяли спектрофотометрическим методом при длине волны 360 нм.

Культивирование продуцента проводили глубинным способом в шейкере-инкубаторе Multitron (INFORS, Швейцария) и в биореакторе Biostat® Cplus C20-3 (Sartorius, Германия).

По совокупности данных полученных в ранее проведенных исследованиях разработаны сбалансированные составы питательных сред на основе гидролизата кукурузного крахмала для повышения продуктивности по инвертазной активности, г/дм³: среда, содержащая гидролизат кукурузного крахмала: ДЕ = (12,5 ± 1,4) %; гидролизат кукурузного крахмала – 150; нитрат аммония (NH₄NO₃) – 2,5; сульфат магния семиводный (MgSO₄·7H₂O) – 0,25; фосфат калия однозамещенный (KH₂PO₄) – 0,16 и на основе гидролизата помола зерна ржи: ДЕ = (15,5 ± 1,7) %; гидролизат помола зерна ржи – 150; NH₄NO₃ – 0,1; MgSO₄·7H₂O – 0,25; KH₂PO₄ – 0,08.

Углеводный состав гидролизата кукурузного крахмала и гидролизата помола зерна ржи представлен в таб. 1.

Таблица 1

Углеводный состав гидролизатов крахмалсодержащего сырья

Наименование субстрата	Декстрозный эквивалент (ДЕ), %	Доля углеводов в сумме сахаров в гидролизатах, %		
		глюкоза	мальтоза	декстрины
Гидролизат кукурузного крахмала	12,5 ± 1,4	1,8 ± 0,2	10,3 ± 0,9	87,9 ± 11,4
Гидролизат помола зерна ржи	15,5 ± 1,7	2,1 ± 0,2	12,3 ± 1,4	85,6 ± 9,4

В ходе исследования выявлено, что оптимальным источником углеводного питания продуцента для продуктивного биосинтеза двух целевых метаболитов лимонной кислоты и инвертазы является гидролизат кукурузного крахмала. Гидролизаты помола зерна ржи в качестве альтернативного сырья менее предпочтительны в связи с тем, что масса органических кислот в результате 120 ч ферментации питательной среды на основе гидролизата кукурузного крахмала составила 7,8 г, а при ферментации гидролизата помола зена ржи – 4,2 г.

Данные процесса биосинтеза лимонной кислоты и инвертазы, полученные в результате 120 ч ферментации питательной среды на основе гидролизата кукурузного крахмала штаммом микромицета *Aspergillus niger* Л-4, представлены в таб. 2.

Таблица 2

Показатели процесса биосинтеза лимонной кислоты и инвертазы при культивировании штамма микромицета *Aspergillus niger* Л-4 на гидролизате кукурузного крахмала в конце процесса (120 ч)

Углеводный источник	Условия	Экстрацеллюлярная инвертазная активность, ед/см ³	Массовая концентрация органических кислот, г/дм ³	Интенсивность биосинтеза лимонной кислоты, г/дм ³ ·сут
Гидролизат кукурузного крахмала	шейкер-инкубатор	1,6 ± 0,2	75,1 ± 11,3	26,1 ± 3,1
	биореактор	2,5 ± 0,4	118,0 ± 10,6	27,4 ± 3,8

Экстрацеллюлярная инвертазная активность на 120 ч биотехнологического процесса в результате ферментации питательной среды на основе гидролизата кукурузного крахмала штаммом *Aspergillus niger* Л-4 в условиях шейкера-инкубатора составила (1,6 ± 0,2) ед/см³ нативного раствора. При культивировании штамма *Aspergillus niger* Л-4 в условиях биореактора показатель составил (2,5 ± 0,4) ед/см³ нативного раствора.

Для очистки нативного раствора, разделения кислот и белковых соединений, и получения препарата инвертазы был применен баромембранный метод, в частности ультрафильтрация, которая позволяет не только удалить балластные примеси, но и сконцентрировать растворы с целью получения жидких концентратов.

Для ультрафильтрации в работе использовали разделительный аппарат ВПУ НПК «Биотест» (г. Кириши, Россия). В результате ультрафильтрации нативного раствора, полученного на период ферментации 120 ч, содержание сухих веществ в ультраконцентрате составило (10,0 ± 0,9) %, массовая концентрация органических кислот – (118,0 ± 10,6) г/дм³, белковых соединений – (2,5 ± 0,3) мг/см³, экстрацеллюлярная инвертазная активность – (51,0 ± 7,7) ед/см³. Полученный ферментный препарат представляет собой окрашенную жидкость. Показатель мутности составил 0,04 е.о.п., а показатель цветности 0,44 е.о.п.

Научно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность и перспективность применения гидролизата кукурузного крахмала в качестве сырья для получения лимонной кислоты и инвертазы в одном биотехнологическом процессе путем микробиологического синтеза промышленным штаммом *Aspergillus niger* Л-4 – продуцентом пищевых кислот. Использование крахмалсодержащего сырья является предпосылкой для обеспечения экологичности производства.

В России и за рубежом отсутствуют данные о получении лимонной кислоты и инвертазы в одном биотехнологическом процессе. Таким образом, разработка «совмещенной» технологии этих микроингредиентов является актуальной.

Литература

1. Толкачева А.А., Черенков Д.А., Корнеева О.С., Пономарев П.Г. Ферменты промышленного назначения – обзор рынка ферментных препаратов и перспективы его развития // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 197–203.
2. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. М.: Изд-во «Элевар». 2000. 512 с.
3. Патент 2157844 РФ, С 12 N 9/26. Способ получения препарата инвертазы для гидролиза сахарозы / Островский Д.И., Рязанов Е.М., Бубнов А.В.; заявитель и патентообладатель Островский Д.И., Рязанов Е.М., Бубнов А.В. № 99110850/13; заявл. 17.05.1999; опубл. 20.10.2000.
4. Патент 975799 СССР, МКИ С 12 N 15/00, С 12 Р 7/48. Штамм гриба *Aspergillus niger* Л-4 – продуцент лимонной кислоты / Ермакова В.П., Финько В.М., Василюнец И.М., Щербакова Е.Я., Шушкевич Т.И.; заявитель и патентообладатель: Ленинградский межотраслевой научно-исследовательский ин-т пищевой промышленности - № 2955606/28-23; заявл. 13.06.80; опубл. 25.11.82. Бюл. № 43.
5. Рухляева А.П., Польшгалына Г.В. Методы определения активности гидролитических ферментов. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 288 с.



Рогожина Алисия Антоновна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
студент группы №W42502,
направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная
безопасность,
e-mail: rogozhinali@yandex.ru



Кустикова Марина Александровна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., доцент,
e-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 67.08

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ ООО «НОВЫЙ СВЕТ – ЭКО»

Рогожина А.А.

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

В работе проведена оценка компании ООО «Новый Свет – Эко» согласно критериям международного стандарта ISO 14001. Рассмотрены основные экологические и экономические аспекты деятельности предприятия. На основе проанализированных данных разработаны рекомендации по повышению эффективности системы экологического менеджмента ООО «Новый Свет – Эко».

Ключевые слова

Система экологического менеджмента, полигон ТКО, твердые коммунальные отходы, экологические аспекты, экономическая эффективность, мусороперерабатывающий комплекс.

В настоящее время основная причина экологического кризиса связана с неэффективностью используемых механизмов экологического контроля и управления на предприятиях. Становится очевидно, что необходимы иные пути решения. На современном этапе одним из наиболее эффективных подходов к защите окружающей среды является экологический менеджмент.

Система экологического менеджмента (СЭМ) – это часть системы менеджмента, используемая для управления экологическими аспектами, выполнения принятых обязательств и учитывающая риски и возможности [1].

Центральным документом, определяющим СЭМ, является стандарт ISO 14001 – «Спецификации и руководство по использованию систем экологического менеджмента» [2].

Внедрение системы экологического менеджмента проходит в несколько этапов.

На первом этапе организация должна выработать экологическую политику, определяющей намерения и принципы деятельности организации в сфере природопользования.

Вторым этапом является стадия планирования, на которой необходимо выбрать экологические аспекты.

Третий этап – это стадия непосредственного внедрения и функционирования системы экологического менеджмента.

Сначала производится распределение обязанностей, ответственности и полномочий между конкретными людьми, определяются потребности в обучении персонала.

На стадии внедрения необходимо также произвести этап «управление операциями», т.е. определение видов деятельности, которые связаны с основными экологическими аспектами.

Необходимо определить вероятность возникновения аварийных ситуаций, которые могут нанести вред окружающей среде.

Следующая стадия - проведение проверок и корректирующие действия. Согласно стандарту должен проводиться периодический аудит системы экологического менеджмента.

Завершающая стадия этапа проверок и корректировок – анализ системы экологического менеджмента со стороны руководства с точки зрения ее адекватности и эффективности.

Если построенная СЭМ функционирует нормально, то это приводит к повышению уровня экологической эффективности предприятия.

Компания ООО «Новый Свет – Эко» обеспечивает утилизацию отходов Гатчинского района, а также сопредельных районов Ленинградской области и города Санкт-Петербург [3].

Полигон ТБО ООО «Новый Свет – Эко» принят в эксплуатацию в 2001 году. Основным видом деятельности предприятия является прием и размещение твердых (бытовых, коммунальных, строительных и промышленных) отходов III-V классов опасности [3].

Одним из первых шагов на пути внедрения системы экологического менеджмента в соответствии с ISO 14001 является определение потребностей и ожиданий (требований) заинтересованных сторон. Этот шаг очень важен, поскольку информация, собранная организацией на этом этапе, оказывает существенное влияние на политику, цели и всю систему экологического менеджмента в целом.

Основными заинтересованными сторонами ООО «Новый Свет – Эко» являются:

- жители Ленинградской области и Санкт-Петербурга;
- сотрудники предприятия, профсоюзы;
- общественные организации;
- городские и муниципальные власти (Гатчинского района и Ленинградской области);
- надзорные органы Роспотребнадзора;
- росприроднадзор;
- МЧС (пожарная инспекция);
- ОАО «Автопарк №1 «Спецтранс» (партнер);
- организации, заключившие договор о размещении отходов;
- СМИ;

- организации-покупатели вторичного сырья.

В целом компания выполняет требования заинтересованных сторон. Главной проблемой является несоблюдение санитарно-гигиенических норм и недостаточное обеспечение благоприятных условий проживания населения (неприятный запах и шум), что вызывает недовольство жителей населенных пунктов, находящихся поблизости с полигоном, а также протесты общественных организаций. Муниципальные власти и надзорные органы обращают внимание на нарушение правил хранения и захоронения отходов, превышение высотности полигона, на основании чего неоднократно поднимался вопрос о его закрытии.

Далее были выявлены основные экологические аспекты ООО «Новый Свет – Эко» (таб. 1).

Таблица 1

Экологические аспекты, оказывающие влияние на окружающую среду

№	Экологические аспекты	Воздействие на окружающую среду
Раздел 1. Экологические аспекты, связанные с выбросами, сбросами, образованием отходов и физическими воздействиями		
1	Перевозка отходов автотранспортом	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, шум
2	Работа спецтехники	
3	Заправка автотранспорта (АЗС)	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу
4	Мойка автотранспорта	Сброс ПАВ, неорганизованный выброс ЗВ в атмосферу
5	Транспортировка изолирующего грунта самосвалами и погрузчиками	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, шум
6	Работа станции активной дегазации с электростанцией, работающей на свалочном газе	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (оксид углерода, оксиды азота, УВ, диоксид серы и т.д.), шум
7	Работа сварочного участка (поста)	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (оксид железа, соединения марганца, оксиды азота, оксид углерода, фтористые газообразные соединения, фториды)
8	Работа механической мастерской и пункта шиномонтажа	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (оксид железа, УВ, пыль абразивная)
9	Использование вентиляционного и технологического оборудования	Шум
10	Образование фильтрата от свалочных масс	Сбор поверхностных и инфильтрационных сточных вод, содержащих загрязняющие вещества
11	Образование свалочного газа (биогаза)	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (метан, диоксид углерода, диоксины и т.д.)
12	Ремонт и обслуживание оборудования	Сброс ПАВ, отработанных масел, УВ
Раздел 2. Экологические аспекты, связанные с потреблением природных ресурсов		
13	Расширение территории для размещения и захоронения отходов	Использование земельных ресурсов, деградация природных земель
14	Потребление хозяйственно-бытовой воды	Использование водных ресурсов, сброс ПАВ
15	Прокладка или замена коммуникаций	Использование земельных ресурсов, механическое нарушение почвогрунтов
Раздел 3. Текущие экологические аспекты, связанные с аварийными ситуациями		
16	Пожары и возгорание отходов	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (УВ, диоксины, оксид углерода и т.д.)

продолжение таблицы

№	Экологические аспекты	Воздействие на окружающую среду
17	Сбой в работе очистных сооружений (пруд-накопитель фильтрата)	Аварийные сбросы и проливы сточных вод, содержащие загрязняющие вещества
18	Нарушение изолирующего слоя	Загрязнение почвы и подземных вод
Раздел 4. Экологические аспекты, связанные с обращением и использованием готовой продукцией/услугой (жизненный цикл)		
19	Сортировка отходов и прессование вторичного сырья	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в процессе переработки, образование побочных отходов
20	Производство альтернативного топлива	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в процессе производства

Результаты идентификации экологических аспектов показывают, что предприятие оказывает негативное воздействие на компоненты природной среды (на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвенный покров), а также здоровье персонала и населения, проживающего вблизи полигона. Необходимо систематическое проведение мониторинга состояния окружающей среды на территории полигона и в зоне его влияния.

Деятельность данного предприятия связана с высокими рисками возникновения аварийных ситуаций, который могут нанести серьезный урон окружающей среде.

К ним относятся:

- пролив горюче-смазочных материалов;
- пожары;
- прорыв труб;
- аварийные сбросы и проливы сточных вод;
- выключение электричества;
- взрыв ламп, утечка ртути.

В целом можно отметить, что предприятие имеет достаточно ресурсов для устранения аварий. Для ликвидации пожаров на территории полигона имеются пожарные автомобили, противопожарные водоемы, а также используется специально складированный грунт и фильтрат. Предприятием используется электронная система контроля уровня топлива в резервуарах, позволяющая обнаружить утечки из трубопроводов, и дополнительные источники электроэнергии. С целью предотвращения аварийных ситуаций и учета риска их возникновения ведутся журналы росписи за технику безопасности, проводится обучение персонала и регулярная проверка оборудования.

В таб. 2 рассмотрены сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы (риски) компании в сфере экологической безопасности.

Оценка сильных и слабых сторон деятельности ООО «Новый Свет – Эко» в области экологии показывает, что есть серьезные проблемы, требующие решения. Основная проблема заключается в превышении высоты и мощности полигона, предусмотренных проектной документацией, а также несоблюдении экологических требований при обращении с отходами, в связи с чем возникает риск возгорания.

Чтобы дать оценку эффективности внедрения системы экологического менеджмента, проведем анализ эколого-экономической эффективности ООО «Новый Свет – Эко».

Оценивая экологическую эффективность ООО «Новый Свет – Эко», можно сделать вывод, что предприятие испытывает огромную нагрузку и оказывает серьезное негативное влияние на окружающую среду.

SWOT-анализ экологической деятельности ООО «Новый Свет – Эко»

<i>СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ</i>	<i>СЛАБЫЕ СТОРОНЫ</i>
Осуществление переработки и сортировки отходов (получение вторичного сырья, альтернативного топлива)	Отступление от проектной документации (отсутствие обводной канавы, превышение высоты и мощности полигона, предусмотренных проектом)
Осуществление входного контроля на полигоне	Несоблюдение экологических требований при обращении с отходами (риск возникновения возгорания отходов)
Использование специального оборудования и программного обеспечения для постоянного учета отходов	Ненадлежащая работа очистных сооружений и систем водоотведения
Заключенные договоры с лицензированными компаниями (транспортировка отходов, передача их на обезвреживание, утилизацию и размещение)	Отсутствие сведений об экологической политике и технологических процессах на сайте компании
Разработанный ПНООЛР, технические отчеты по обращению с отходами, форма 2-ТП отходы в соответствии с природоохранным законодательством	
Проведение мониторинга состояния ОС на территории объектов размещения и в пределах их воздействия на ОС	
Применение «зеленой» энергии (станция дегазации)	
Активная позиция и заинтересованность генерального директора и сотрудников компании в экологизации полигона	
<i>ВОЗМОЖНОСТИ</i>	<i>УГРОЗЫ/РИСКИ</i>
Заключение новых договоров с организациями о размещении отходов на полигоне	Расположение вблизи населенных пунктов (загрязненный воздух, неприятный запах для местных жителей)
Привлечение организаций-покупателей вторичного сырья	Несоблюдение СанПинов (расположение полигона в болотистой местности)
Привлечение инвесторов для внедрения новых технологий (создание технопарка)	Рост жалоб населения, обращений в органы государственного контроля
	Организация «зелеными» и другими общественными группами компаний протеста
	Необходимость в дополнительных инвестициях в связи с ужесточением экологического законодательства

Финансовые показатели ООО «Новый Свет – Эко» свидетельствуют о том, что прибыль в последние годы значительно уменьшилась. В 2012 году по данным Росстата чистая прибыль составила 89,3 млн. руб., в 2016 год компания потерпела убытки (-443 тыс. руб.), а в 2017 году прибыль с учетом выплаты налогов составила 4,409 млн. руб. В 2018 году компания понесла серьезные потери в размере 76,9 млн. руб. (рисунок) [4].

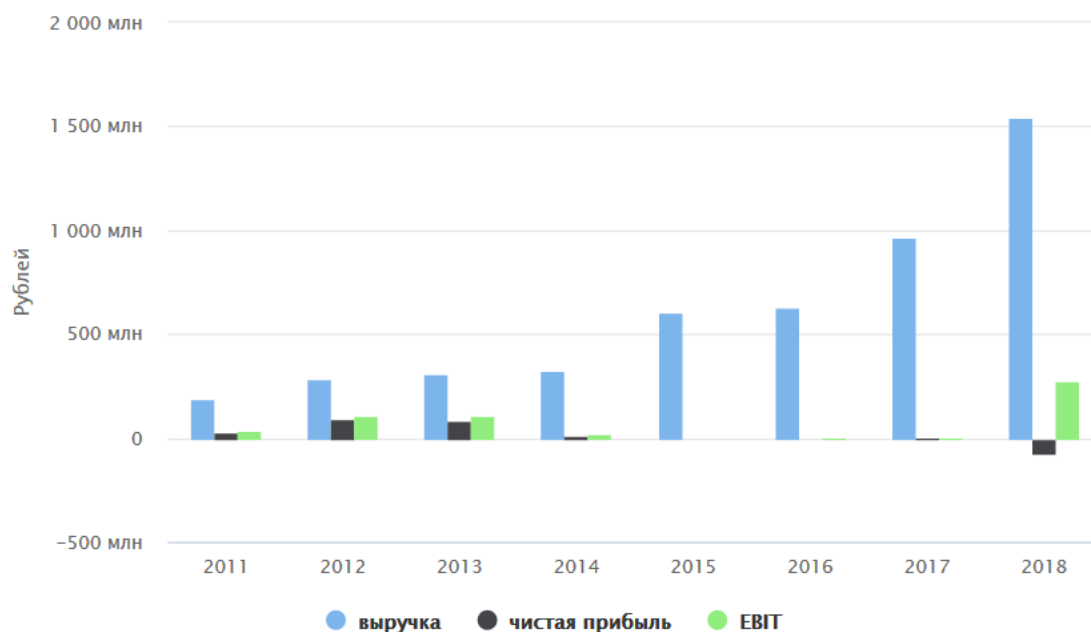


Рисунок. Финансовое состояние компании ООО «Новый Свет – Эко» в период с 2011 по 2018 год

Срок эксплуатации полигона подходит к концу и требуется закрытие и рекультивация. Возникает задача определения направлений его дальнейшего использования.

Чтобы повысить экологическую эффективность предприятия, его работу необходимо вывести на новый уровень. Строительство перерабатывающего комплекса на базе предприятия поможет снизить нагрузку на полигон и позволит получать прибыль за счет реализации вторичных материалов. Поскольку мощность полигона составляет 900 тыс. тонн отходов в год, рационально строительство крупного мусороперерабатывающего комплекса, целью которого является создание единой системы сортировки и переработки отходов.

В эту систему должен входить мусоросортировочный комплекс, где с будет производиться выделение отдельных полезных фракций. Комплекс по переработке, где возможно изготовление вторичной продукции. Также необходим комплекс по термической утилизации отходов, который будет ликвидировать несортируемые отходы для получения топливно-энергетических ресурсов, а также шлака.

Учитывая то, что сырье, пригодное для вторичной переработки, компания ООО «Новый Свет – Эко» получает фактически бесплатно, она находится в более выгодном положении, нежели предприятия, покупающие вторсырье, поскольку не требуются дополнительные затраты на покупку и транспортировку материалов для переработки, а значит возможно получение большей прибыли.

Строительство мусороперерабатывающего комплекса позволит значительно повысить эколого-экономическую эффективность данного предприятия, поскольку оно сможет перерабатывать отходы различных фракций во вторичную продукцию и продавать ее на рынке, что в итоге приведет к минимизации захоронения отходов на полигоне.

На основании результатов проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Предприятию следует уменьшить нагрузку на окружающую среду, поэтому необходимы кардинальные изменения деятельности компании в области обращения с отходами с учетом всех экологических аспектов. Важным этапом на пути улучшения

эколого-экономической ситуации на предприятии должна стать разработка и внедрение системы экологического менеджмента.

2. Внедрение системы экологического менеджмента компании ООО «Новый Свет – Эко» будет эффективным, поскольку позволит привести ее деятельность в соответствие с обязательными государственными требованиями в области охраны окружающей среды.

3. Строительство мусороперерабатывающего комплекса позволит повысить экологическую и экономическую эффективность компании, предоставит новые рабочие места, а также увеличит инвестиционную привлекательность и сформирует благоприятный имидж.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 14001–2016. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению.
2. Системы экологического менеджмента [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ektor.ru/pages/iso.asp?id=6> (дата обращения 01.03.2020).
3. Сайт компании ООО «Новый Свет – Эко» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ns-eco.ru/> (дата обращения 01.03.2020).
4. ООО «НОВЫЙ СВЕТ – ЭКО»: бухгалтерская отчетность и финансовый анализ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.audit-it.ru/buh_otchet/4719017995_ooo-novyy-svet-eko (дата обращения 01.03.2020).



Роголев Алексей Иванович

Год рождения: 1997

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

студент группы № W4151,

направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная
безопасность,

e-mail: rogolev.alexei@yandex.ru



Банарь Светлана Александровна

Год рождения: 1963

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

к.геогр.н., доцент,

e-mail: banar@mail.ru

УДК 004:502.573/630.43

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.И. Роголев, С.А. Банарь

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

Аннотация

Проблема обнаружения и ликвидации лесных пожаров является актуальной на сегодняшний день. Современные системы мониторинга лесных пожаров являются малоэффективными, так как используют в своем арсенале одну-две системы контроля лесных насаждений. Поэтому необходимо предпринимать меры по улучшению существующей системы мониторинга. Данная работа направлена на модернизацию существующей системы мониторинга на территории Псковской области с применением ГИС-технологий. В работе рассмотрен один из способов увеличения зон покрытия камерами видеонаблюдения, а также предложено применение системы мониторинга лесных пожаров, с подключением всех существующих систем в одну общую базу. Данная технология является более продуктивной, так как позволит перевести работу по обнаружению пожаров на новый уровень.

Ключевые слова

Лесной пожар, мониторинг, геоинформационные системы, система видеонаблюдения.

Лесные пожары являются одними из самых часто возникающих катастроф природного характера. Ежегодно на планете лесными пожарами охватывается более 50 млн. га. насаждений. Но наибольший ущерб лесные пожары наносят именно территории Российской Федерации, так как площадь земель лесного фонда по состоянию на 01.2018 г. составляла 1184450,5 тыс. га. Примерная площадь лесных пожаров за 2018 год составила 8 млн.га., а причиненный ущерб около 20 млрд. рублей. Для этого в нашей стране начинают развиваться методы мониторинга лесов с использованием ГИС технологий. С их помощью можно не только вести статистику, но

и проводить огромное число работ по обнаружению, моделированию, а также локализации пожаров.

В результате мониторинга оперативность обнаружения возникающих пожаров и принятия мер по их ликвидации, особенно на неохраямых территориях, постоянно снижается. Данная система требует модернизации со стороны создания аэрокосмической системы, которая включает в себя, как наземные и воздушные патрули, так и космические средства слежения за лесными пожарами. Для прогнозирования лесных пожаров исследователи применяют спутниковые снимки высокого разрешения, мощное программное обеспечение и геоинформационные системы. В итоге была создана модель, которая могла давать прогнозы о возникновении пожара в определенной точке в необходимый момент времени [1].

Применительно для лесных пожаров геоинформационные системы представляют собой современную компьютерную технологию, которая предназначена для картирования и анализа уже произошедших лесных пожаров. Геоинформационная система мониторинга лесных пожаров федерального и регионального уровней создана в 1996 году [2].

В современной системе дистанционного мониторинга лесных пожаров, данные которых требуют постоянного обновления, вынесены из ГИС в отдельную самостоятельно обновляемую подсистему. В качестве ПО для такой системы используется специализированная ArcView 3.x, MOGIS, а также QGis.

Основным методом мониторинга лесных пожаров, с помощью ГИС технологий является метод дистанционного зондирования, который обеспечивает проведение измерений земной поверхности с использованием сенсоров на борту искусственных спутников земли [3].

Также очень важным компонентом при мониторинге лесных пожаров являются метеоусловия, которые выражаются в температуре воздуха, температуре точки росы, наличии осадков, а также классом пожарной опасности по погодным условиям, направление ветра, количество грозных разрядов и задымленность территории.

Следовательно ГИС-технологии при борьбе с лесными пожарами позволяют нам:

- сохранить жизнь населения, пострадавшего от пожара;
- выявить наиболее пожароопасные участки в районах для проведения дополнительного мониторинга и даже установки ПХС на этих местах;
- рассчитать пути эвакуации населения при возникновении лесного пожара;
- уменьшить силы и затраты на тушение пожара;
- спрогнозировать экологические последствия, которые нанесут пожары лесной растительности [4].

Целью данной работы является снижение количества пожаров и защита окружающей среды, посредством модернизации существующей системы мониторинга, обнаружения и ликвидации лесных пожаров, на примере Псковской области.

Система мониторинга, обнаружения и ликвидации лесных пожаров на территории Псковской области находится на высоком уровне, но она заметно уступает системе, которая производит мониторинг на территории Ленинградской области. Около 30% территории Псковской области находятся лишь под спутниковым мониторингом, который распространен по всей России. Эффективность данного метода мониторинга и обнаружения лесных пожаров является малоэффективной и в результате мы получаем огромные площади выгоревших лесов. Но в 2011 году по проекту «Лесохранитель» на территории Псковской области было установлено 25 видеокамер, которые круглосуточно производят мониторинг территории. На сегодняшний день их число составляет 87 камер [5]. Количество возгораний в разные годы могут колебаться, так как это обусловлено погодными условиями и слабой зоной покрытия вышками сотовой

связи. Но площади лесных пожаров с введением системы дистанционного мониторинга заметно уменьшились. Статистика возникновения лесных пожаров представлена на рис. 1 [6].

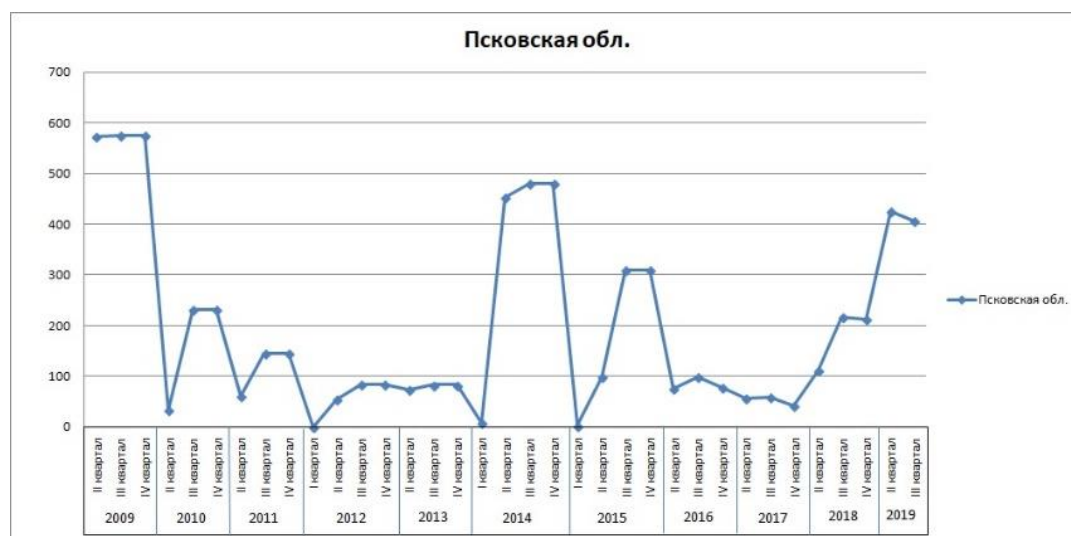


Рис. 1. Статистика возникновения лесных пожаров в разные годы

Модернизация существующей системы мониторинга лесных пожаров на территории Псковской области предполагает использование готовой концепции мониторинга, так как это является наиболее рациональным и эффективным решением.

За основу мы берем систему мониторинга и обнаружения лесных пожаров, которая находится на территории Ленинградской области. Суть данной системы заключается в следующем: на территории всей Ленинградской области имеется хорошо развитое покрытие вышками сотовой связи, что видно на рис. 2. Мониторинг и обнаружение лесных пожаров здесь осуществляют 116 беспроводных и 50 проводных камер. Площадь покрытия зон видеонаблюдения за лесами в области составляет 97%, в Псковской области достигает лишь около 70%.

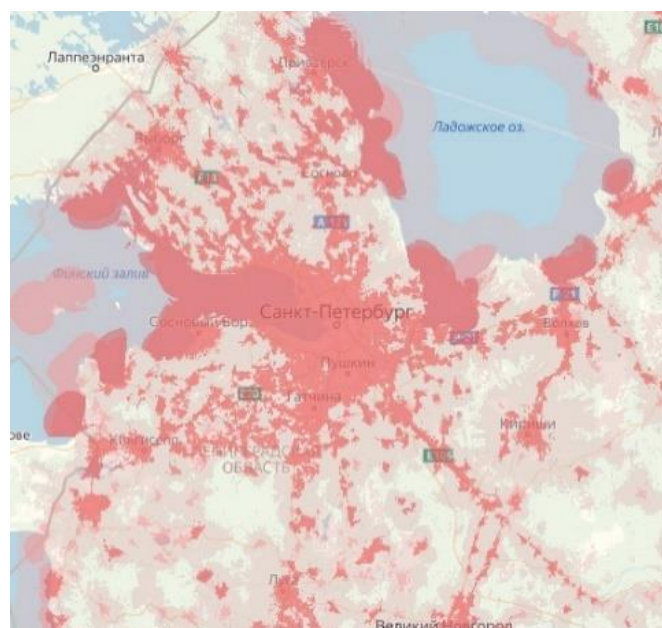


Рис. 2. Зона покрытия сотовой связью на территории Ленинградской области

Предложенная система мониторинга и обнаружения лесных пожаров основана на совокупности технологии мониторинга. Исходя из этого, полученная система позволяет объединить основные направления организации современного информационного обеспечения мониторинга и обнаружения лесных пожаров:

- использование материалов ежедневного дистанционного зондирования Земли, с помощью спутниковой съемки и авиации;
- использование камер видеонаблюдения AXIS;
- использование систем глобального позиционирования (Глонасс и GPS), для того чтобы отслеживать передвижение групп мобильного патрулирования;
- использование данных гидрометеоцентра, а также информации о возникновении грозных разрядов.

Данные методы мониторинга объединены с использованием геоинформационных технологий для представления, а также обработки полученных картографических данных. Также использование ГИС-технологий для моделирования возникновения пожаров, а также катастроф природного и техногенного характера [7].

Полученная система мониторинга, объединяющая перечисленные выше направления, является их интеграцией в корпоративную многопользовательскую геоинформационную систему.

Но также необходимо дополнить территорию недостающими камерами. Взяв за основу сеть существующих камер и высоковольтных ЛЭП, произведено наложение двух карт друг на друга. И в итоге получилось, что недостающие камеры можно установить на ЛЭП. Но здесь мы сталкиваемся с проблемой высоты ЛЭП, которая колеблется от 25,5 до 40 метров. Но так как это основные линии области, то они имеют высоту от 30 метров. Данное значение было использовано как среднее. Высота вышек сотовой связи составляет 60 метров. И проведя вычисления, мы выяснили, что установкой камер на ЛЭП мы сможем добиться радиуса обзора лишь 12,5 км. Но нам необходимо 25 км., чтобы не увеличивать вдвое количество пунктов обслуживания. Чтобы достичь данного радиуса обзора мы предлагаем установку камеры с тепловизором **ПЕРГАМ РТР-300М**, радиус действия которого составляет 25 км уже с высоты от 15 метров. Необходимо установить 11 камер с тепловизорами, чтобы проводить дальнейший мониторинг с помощью ГИС-технологий и добиться 95-97% охвата территории Псковской области камерами видеонаблюдения, что представлено на рис. 3.

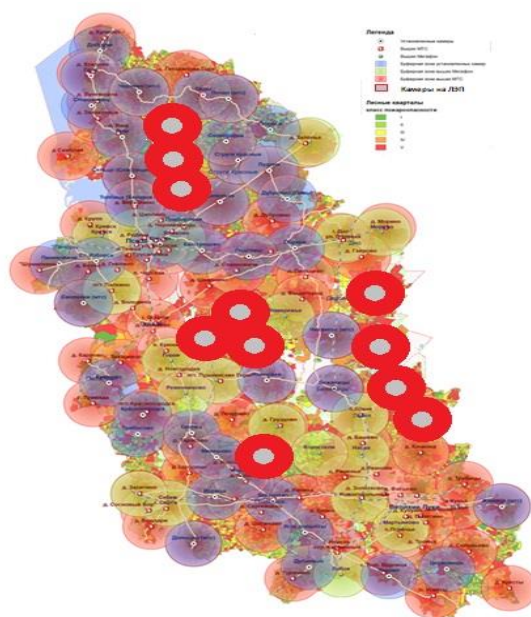


Рис. 3. Установка камер видео наблюдении с тепловизором на ЛЭП

Для максимальной эффективности мониторинга лесных пожаров полученная система должна объединяться с помощью ГИС-технологий, например на программной платформе ESRI ArcGis Desktop 10 ArcView или же QGis.

Помимо указанного выше функционала данной системы, у нее появляется еще одна очень полезная функция - борьба с незаконными вырубками. По данным на 2018 год объем незаконно вырубленной древесины составил более 2 млн. м³. Расчетная лесосека за 2018 год составила 253 млн. м³. Следовательно, объем незаконных рубок составляет около 1%, от общего объема заготовок [8]. А примерный ущерб составляет 152,8 млн. рублей.

Получившаяся система мониторинга лесных пожаров также основана на системе «Лесохранитель» с измененным ПО на основе ГИС-программы ArcGis. В таблице представлена информация о сравнении эффективности существующей и модернизированной системы лесных пожаров.

Таблица 1

Сравнение систем мониторинга лесных пожаров на территории Псковской области

Система мониторинга	Система круглосуточного видеонаблюдения	Система тепловизоров	Получение данных со спутников	Моделирование распространения пожара	Данные о метеонаблюдениях	Данные о грозовых разрядах	Данные от авиационной разведки	ГИС-технологии для мониторинга	Обнаружение незаконных рубок
Существующая «Лесохранитель»	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	-
Модернизированная «ArcGis Лесохранитель»	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

В данной работе предложено усовершенствование существующей системы мониторинга лесных пожаров на территории Псковской области с помощью использования ГИС-технологий. При использовании данной системы будет возможным добиться круглосуточного мониторинга 95-97% территории Псковской области, а также моделирование лесного пожара в режиме реального времени.

Литература

1. Некрасова Н.М. Работа системы мониторинга и прогнозирования ЧС в пожароопасный период [Текст] // Некрасова, Н.М. Круглый стол. 17 сентября 2015 г. Доклады и выступления. М.: ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России, 2015. 397 с. С. 263-268.
2. Барталев С.А., Беляев А.И., Разработка ГИС мониторинга лесных пожаров в России на основе ArcView GIS 3.0 и глобальной сети INTERNET - ARCREVIEW [Текст] // Барталев С.А., Беляев А.И., и др., 1998, № 1 (4) с. 6-7.
3. Доррер Г.А., Коморовский В.С., и др. ГИС-ориентированная система поддержки принятия решений по тушению природных [Электронный ресурс] // Доррер Г.А., Коморовский В.С., и др. Материалы всероссийской научно-практической

- конференции. г. Железногорск, 14 июня 2013 года – Железногорск. 2013. 192 с.- С. 158-162.
4. Семиков В.Л., Нгуен Ба Туан Добровольные пожарные формирования для систем безопасности [Тест] // Семиков В.Л., Нгуен Ба Туан Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. №1(6). 2015.
 5. Псковское информационное агентство [Электронный ресурс] // Общественные вопросы. Режим доступа: <https://informpskov.ru/news/239102.html>. Дата обр. 12.12.2019.
 6. Единая государственная статистика [Электронный ресурс] // Площадь лесных земель пройденная пожарами. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/38496#>. Дата обр. 12.12.2019.
 7. Багманов В.Х., Митакович С.А., и др., Системы наземного мониторинга на базе ArcGIS. [Электронный ресурс] // Багманов В.Х., Митакович С.А., и др., ArcReview. 2010. №3 (54). Дата обр. 12.12.2019.
 8. Порядок исчисления расчетной лесосеки. [Электронный ресурс] // Утв. Приказом Рослесхоза от 27.05.2018. № 191.



Рой Владислав

Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
студент группы № W41511,
направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность,
e-mail: mr.56y@mail.ru



Маюрова Александра Сергеевна

Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
ст. преподаватель
e-mail: maiurova@mail.ru



Кустикова Марина Александровна

Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., доцент,
e-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 504.453

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ
И ИСТОЧНИКОВ ЗАРАЖЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ХМАО-ЮГРЫ**

В. Рой, А.С. Маюрова

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

В работе проведен анализ распространения природно-очаговых заболеваний в пределах ХМАО-Югры, на примере описторхоза, изучены предпосылки и источники заражения. По результатам изучения литературных источников были смоделированы и построены карты заболеваемости по районам, а также исследована динамика заболеваемости, обусловленная эколого-социальными проблемами.

Ключевые слова

Природно-очаговые заболевания, источники заражений, описторхоз, геоинформационная система, карта заболеваемости.

Одним из самых распространённых природно-очаговых заболеваний Российской Федерации является описторхоз. Заболевание относится к группе трематодозов и обусловлено попаданием в организм человека паразитических плоских червей класса сосальщиков (описторхис).

Человек, как и домашние животные, является окончательным хозяином для этих паразитов. В организм человека сибирская двуустка попадает через рыбу карповых пород, не прошедшую достаточную обработку. Невооруженным взглядом невозможно понять, заражена ли рыба, потому что капсула с личинками имеет крайне небольшой размер, около 0,17-0,25 миллиметров.

В большинстве случаев заболевание проходит бессимптомно, но также может характеризоваться следующими симптомами: воспаление желчного пузыря и желчных протоков, высыпания на коже, боль в суставах, возможные головные и мышечные боли и т.д.

Примерно 70 % ареала данной болезни расположены в России, причём большая часть расположена на территории Обь-Иртышского бассейна [1]. Главным образом наблюдается в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре (ХМАО-Югра), где в ряде районов округа отмечается до 90% заражения населения. В целом ХМАО-Югра по заболеваемости описторхозом занимает первое место в РФ и превышает средние показатели по стране более, чем в 20 раз.

Заболеваемость – показатель, демонстрирующий число заболеваний, которые были впервые зарегистрированы среди населения на определённой территории за календарный год [2].

Динамика заболеваемости за последние годы является ключевым показателем, который косвенно отражает здоровье населения, а также является показательным при оценке эффективности работы по профилактике болезней, и, в свою очередь, помогает выявить возможные очаги заболеваемости, что в дальнейшем способствует их устранению.

Карта заболеваемости – значения, характеризующие заболеваемость, нанесённые на картографическую основу, например, по районам. С ее помощью удобно отследить очаги заболевания.

Карты заболеваемости известны уже больше 150 лет. Ещё в 1854 году врач Джон Сноу нанёс на карту случаи от заболеваемости холерой, что помогло ему выявить очаги инфекции, которая, как выяснилось, передавалась через воду, а не через воздух, как предполагалось ранее [3, 4].

Заболеваемость описторхозом на территории ХМАО-Югры за последние пять лет представлена на рис. 1.



Рис. 1. График заболеваемости описторхозом в ХМАО-Югре за последние пять лет

Далее были смоделированы карты заболеваемости описторхозом на территории ХМАО-Югры за 2017 и 2018 года, полученные результаты предоставлены на рис. 2 и рис. 3.

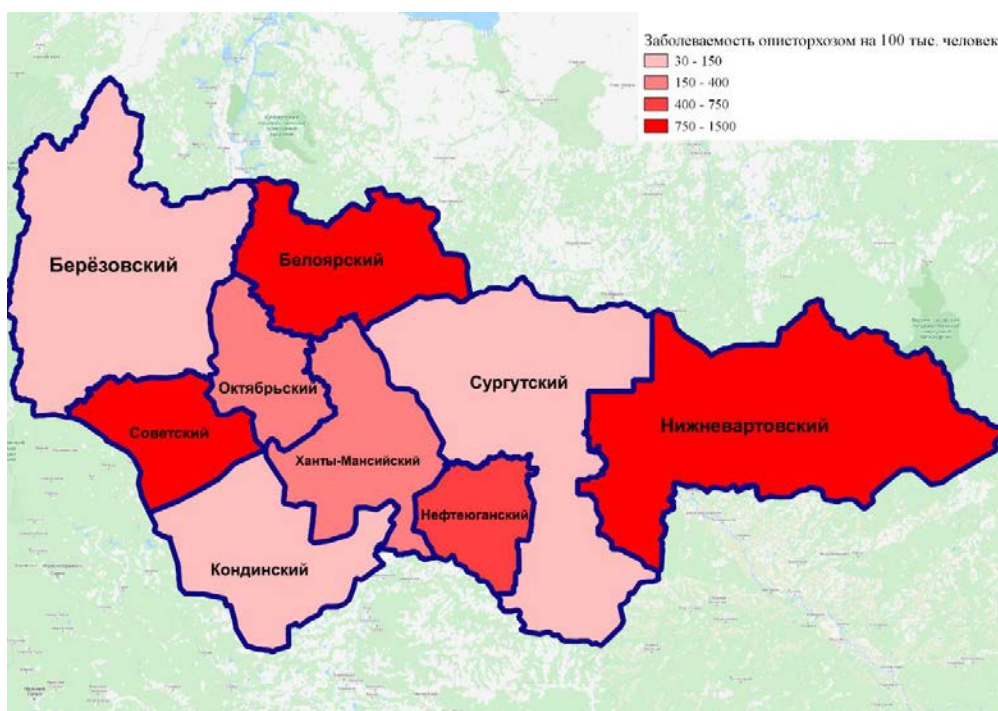


Рис. 2. Карта заболеваемости описторхозом на территории ХМАО-Югры за 2017 год

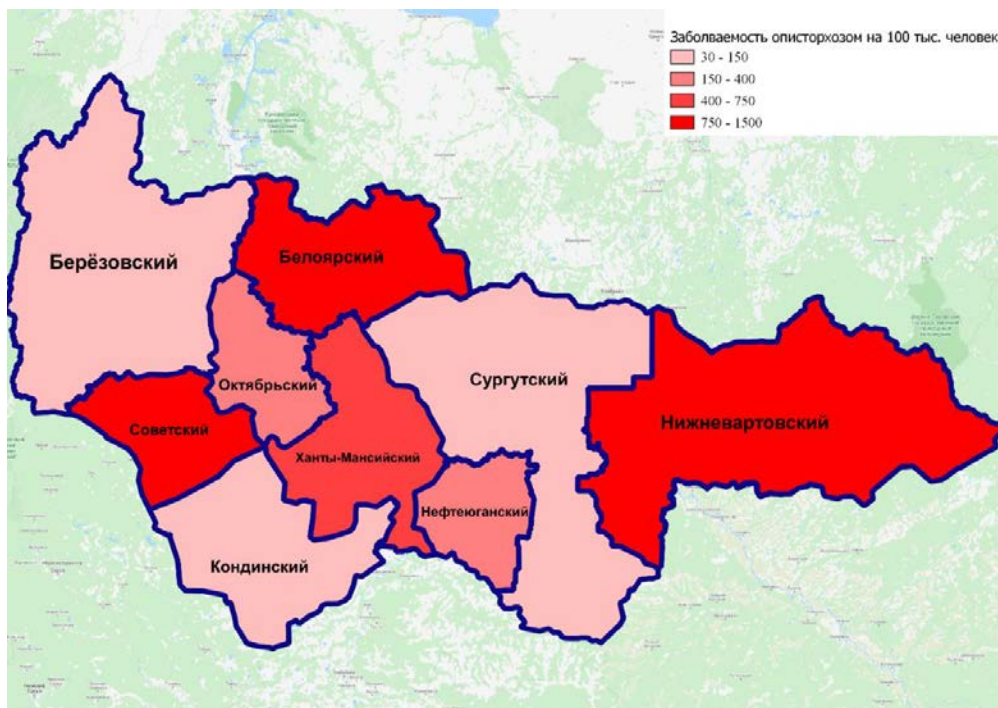


Рис. 3. Карта заболеваемости описторхозом на территории ХМАО-Югры за 2018 год

После чего была посчитана и нанесена на карту динамика заболеваемости описторхозом. Что показано на рис. 4.

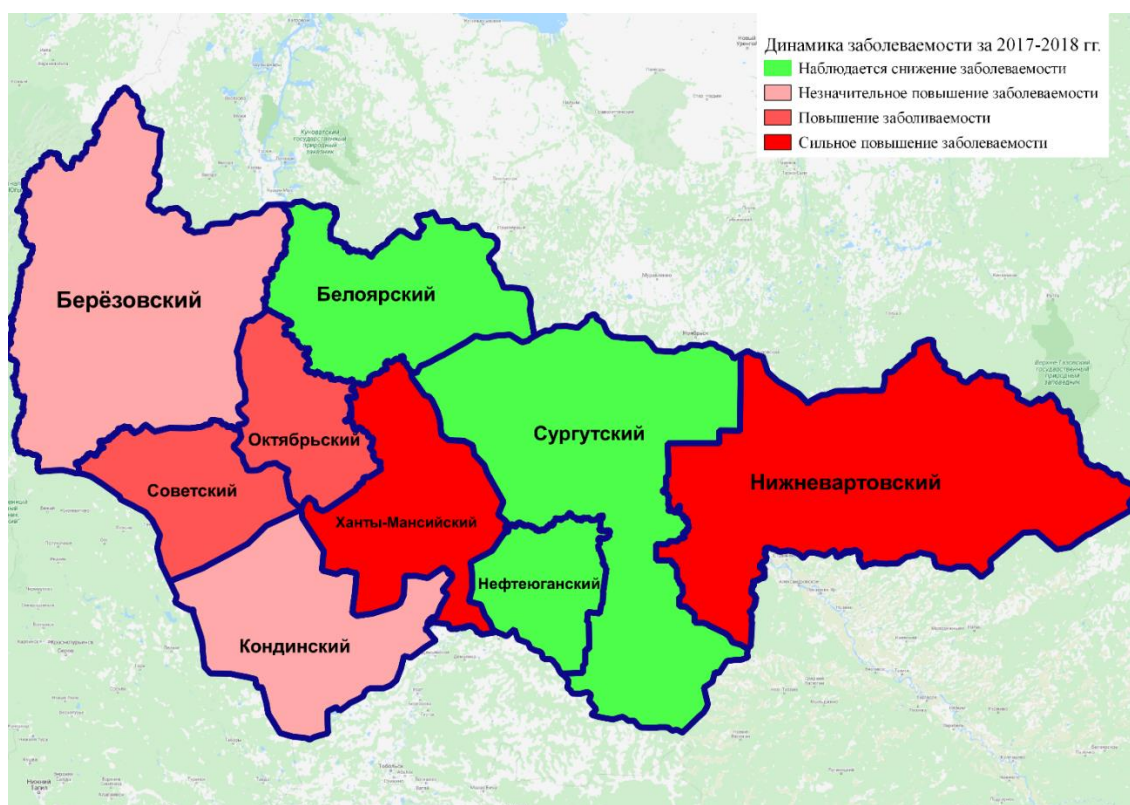


Рис. 4. Динамика заболеваемости описторхозом на территории ХМАО-Югры за 2017-2018 гг

Выводы

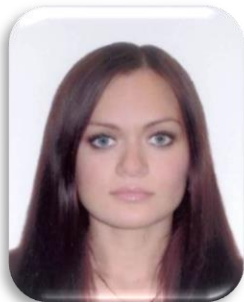
В ходе работы проведён анализ заболеваемости описторхозом в ХМАО-Югре и составлены карты заболеваемости этого региона. Проанализирована ситуация в каждом из районов и выявлены наиболее подверженные заболеваемости территории, на которые приходится не только высокий уровень заболеваемости, но и повышение его уровня. К таким территориям относятся такие районы, как Нижневартовский и Ханты-Мансийский. В дальнейшем результаты исследования позволят принять меры по снижению уровня заболеваемости населения в указанных районах.

Литература

1. Юрлова Н.И. Обская болезнь / Юрлова Н.И., Глупов В.В. // Описторхоз через призму генома. Новосибирск. 2008. 32 с.
2. Глушанко В.С. Методика изучения уровня, частоты, структуры и динамики заболеваемости и инвалидности. Медико-реабилитационные мероприятия и их составляющие / Глушанко В.С., Тимофеева А.П., Герберг А.А.; под ред. Глушанко В. Витебск: ВГМУ. 2016. 177 с.: ил.
3. Hugh-tech club [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kv.by/content/337772-dzhon-snou-i-ego-karta>. Дата доступа: 28.12.2019.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2018 году: Государственный доклад. П.: Управление Роспотребнадзора по Ханты-Мансийскому автономному округу-Югре, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре». 2019.



Садкова Светлана Николаевна
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы №Х4330,
направление подготовки: 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии,
e-mail: Foxik.95@mail.ru



Савоскула Виолетта Андреевна
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
старший преподаватель,
e-mail: raboti.ecology@gmail.com



Сергиенко Ольга Ивановна
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент,
e-mail: oisergienko@yandex.ru

УДК 574

**РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ
ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПЕРСОНАЛА В СИСТЕМЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЯ**

**С.Н. Садкова, В.А. Савоскула,
Научный руководитель – доцент, к.т.н. О.И. Сергиенко**

Работа выполнена в рамках темы НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

В статье приводятся результаты внедрения программы «Осознай свое будущее» по воспитанию экологической ответственности персонала на предприятии по производству электронного оборудования. В рамках программы было проведено первоначальное анкетирование работников по вопросам организации раздельного сбора отходов. После подготовки информационных брошюр, плакатов, видео, игр и обучения была проведена повторная оценка уровня осознания работниками

экологической ответственности и осведомленности. Результаты анкетирования показали, что программа «Осознай свое будущее» повысила мотивацию сотрудников к раздельному сбору отходов и их заинтересованность по вопросам охраны окружающей среды.

Ключевые слова

Экологическая ответственность, охрана окружающей среды, отходы, раздельный сбор, социальный маркетинг, мотивация сотрудников.

Для эффективного разделения и сортировки отходов производства и потребления требуется проведение организационной работы как с населением, так и с работниками предприятий и организаций. Применение социальной рекламы и поощрений позволят мотивировать граждан и извлечь максимум выгоды из отходов.

Авторы принимали участие в разработке программы воспитания экологически ответственного поведения работников "Осознай свое будущее" на предприятии по производству электронной аппаратуры, в том числе путем анкетирования и обучения по вопросам значимости раздельного сбора и переработки отходов. Проблемой, требующей решения, на предприятии является некачественное разделение производственных отходов для дальнейшей переработки, а также отсутствие разделения отходов в офисных помещениях и столовой.

Целью работы стало внедрение программы «Осознай свое будущее» в рамках системы экологического менеджмента предприятия. Помимо качественного разделения отходов на производстве ставилась дополнительная цель - разделять отходы дома и мотивировать на это других людей. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) применение социального маркетинга на предприятии;
- 2) проведение первичного анкетирования работников по вопросам раздельного сбора отходов;
- 3) разработка и проведение просветительской компании для разных групп работников предприятия с целью повышения экологической ответственности и осведомлённости;
- 4) оценка результативности обучения и агитационной деятельности;
- 5) расчет ожидаемого экономического эффекта при внедрении программы "Осознай своё будущее".

Компания, в которой проводился эксперимент, является первым российским предприятием, работающим в качестве контрактного производителя ведущего китайского завода по производству электроники, специализирующегося на разработке, производстве и пост-продажном обслуживании дисплеев, мониторов, ЖК телевизоров и ЖК панелей широкого спектра применения [1].

Несмотря на то, что на производстве наибольшие по массе и объёму фракции отходов уже сортируются и сдаются на вторичную переработку, есть ряд офисных помещений и столовая, где отходы не разделяются. Для повышения мотивации персонала к раздельному сбору отходов был применен метод социального маркетинга по этапам К.А. Фокс [2].

Для выявления начального уровня осознанности персоналом важности вопросов охраны окружающей среды и повторной переработки отходов было проведено первичное анкетирование для разных целевых аудиторий: операторов конвейерной линии, кладовщиков и сотрудников офиса (таб. 1).

Всего было опрошено 102 человека при первоначальном анкетировании, и при повторном - 103. Анкеты были разосланы по электронной почте для целевой аудитории «Сотрудник офиса», для целевых аудиторий «Оператор конвейерной линии» и

«Кладовщик» анкетирование было проведено путем заполнения распечатанной анкеты (таб. 2). Повторное анкетирование было проведено полностью в электронном виде.

Таблица 1

Описание целевых аудиторий предприятия

Характеристики	Целевая аудитория		
	Сотрудник офиса	Кладовщик	Оператор конвейерной линии
Категория, задачи	Рост и развитие компании	Сохранность товара и порядок на складах	Качество товаров
Место жительства	Санкт-Петербург, новостройки, старый фонд	Санкт-Петербург, новостройки, съемное жилье	Санкт-Петербург, новостройки, съемное жилье
Семейное положение	Холост/не замужем, семья	Холост/не замужем, семья	Холост/не замужем, семья
Образование	Высшее	Высшее, среднее	Среднее
Уровень дохода, руб.	40 000- 75 000	40 000- 50 000	28 000- 40 000
Жизненные позиции/ценности	Самореализация, семья	Семья	Семья

Таблица 2

Характеристика респондентов

Распределение ответов на вопрос анкеты		Первоначальный опрос, %			Заключительный опрос, %
		Сотрудник офиса	Кладовщик	Оператор конвейерной линии	
Пол	Мужчины	17,5	3,3	15,6	42,2
	Женщины	82,5	96,7	84,4	57,8
Возраст	18- 25 лет	45 %	26,7	3,1	20,6
	25-40 лет	37,5	56,7	65,6	44,1
	40-60 лет	17,5	16,7	28,1	30,4
	60+	–	–	3,1	4,9
Всего, чел.:		40	30	32	103

Результаты первичного анкетирования дают общее представление об осведомленности сотрудников по вопросам охраны окружающей среды (рис. 1).

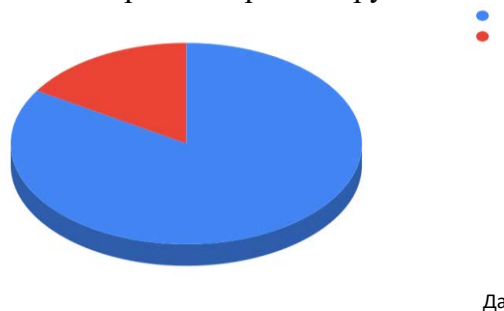


Рис. 1. Распределение ответов на вопрос «Волнует ли Вас проблема увеличения объемов отходов?»

Большинство сотрудников утверждают, что они знают о проблеме отходов, и их это тревожит, тем не менее разделять мусор, например, у себя дома они не спешат, им не хватает мотивации и информации, почему это важно. Целевая аудитория «Сотрудник офиса», утверждает, что производственный процесс не позволяет разделять отходы, не хватает времени. У кладовщиков нет ни желания разделять отходы, ни понимания, почему это важно. Операторы конвейерной линии, в основном, не заинтересованы в разделении отходов, так как график работы очень напряженный, мотивация отсутствует и не все понимают необходимость сортировки отходов, поэтому нет смысла их разделять в целом.

Для каждой целевой аудитории были подобраны соответствующие информационные материалы: газеты и буклеты, видео-материалы, обучение в рабочее время в игровой форме.

Результаты повторного анкетирования (рис.2) подтвердили изменение отношения работников к раздельному сбору и готовность сортировать отходы не только на производстве, но и дома.

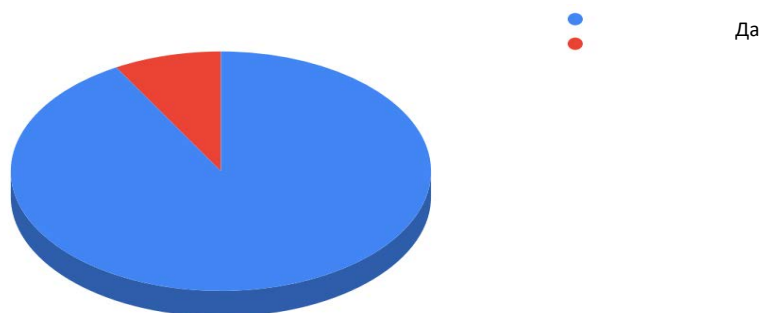


Рис. 2. Распределение ответов на вопрос «Считаете ли Вы, что на предприятии необходим раздельный сбор отходов?»

Мотивация сотрудников подняла уровень заинтересованности к вопросам охраны окружающей среды, а количество сортирующих мусор у себя дома работников возросло на 47%. Каждый работник нашел для себя цель раздельного сбора отходов.

Помимо того, что раздельный сбор отходов приведет к положительному экологическому эффекту, он является экономически выгодным. Для качественного разделения отходов в офисных помещениях и столовой понадобится закупить баки, урны и контейнеры. При небольших затратах проект окупается за месяц и дает внутреннюю норму рентабельности 35% за счет снижения класса опасности сортированных отходов до практически не опасных.

После обучения по программе «Осознай свое будущее» сотрудники будут качественно разделять отходы на работе и дома и бережно относиться к окружающей среде.

Литература

1. Сайт TPV CIS. О компании [Электронный ресурс] // сайт компании TPV CIS. -2019. Режим доступа: <https://tpvrussia.ru/factory/about/> (дата обращения: 01.02.2020).
2. Социальный маркетинг [Электронный ресурс] // Библиофонд. 2011. Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=524344#text> (дата обращения: 01.02.2020).



Санкина Юлия Николаевна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
аспирант группы №7950,
направление подготовки: 13.06.01 – Электро- и теплотехника,
e-mail: ulyashka95@yandex.ru



Сулин Александр Борисович
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
д.т.н., доцент,
e-mail: miconta@rambler.ru

УДК 697.97

ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ЭНЕРГОМОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ **Ю.Н. Санкина, А.Б. Сулин**

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

Исследование выполнялось для решения задачи обоснования энергоэффективных решений систем кондиционирования воздуха с учетом сезонного влияния человеческого фактора. Целью исследования является прогнозирование состояния теплового комфорта в соответствии с современной адаптивной моделью теплоощущений. Выполнен анализ существующих современных программных продуктов энерго моделирования зданий.

Ключевые слова

Энергомоделирование, математическая модель, тепловой баланс, энергоэффективность, энергопотребление.

Энергомоделирование зданий – это набор инженерных расчетов, с помощью которых возможно спрогнозировать энергопотребление здания в течение года. И, как следствие, можно прогнозировать окупаемость проектных решений. Для моделирования потребления энергии зданием необходимо создать математическую модель, включающую в себя архитектурную модель, связанную с инженерными системами здания [1]. Данная модель заложена в базовый алгоритм всех современных программных продуктов энерго моделирования, которые основаны на физической составляющей этих процессов.

Процесс энергомоделирования можно разделить на следующие этапы:

- базовая модель, то есть моделирование годового жизненного цикла здания в базовой конфигурации;

- аналитическая модель, то есть моделирование годового жизненного цикла здания после применения энергоэффективных решений.

Энергетическая модель здания – это инструмент контроля от стадии проектирования до стадии эксплуатации здания, с помощью которого можно оценить, например, такие параметры, как:

- энергопотребление здания с разной периодичностью (в течение года, по месяцам, дням и часам);

- термические характеристики (отопительные нагрузки, анализ тепловыделений, инфильтрацию и т.д.);

- естественное освещение (расчет показателей естественного освещения и определение уровней освещенности в любых точках здания) и многое другое.

Таким образом, на стадии проектирования заказчик может получить любое количество решений и спрогнозировать свои расходы на эксплуатацию здания.

На сегодняшний день спектр программных продуктов для энергомоделирования зданий очень обширен, и выбор той или иной программы зависит от поставленных задач. В связи с этим современное программное обеспечение для энергомоделирования условно можно подразделить на следующие три группы:

- приложения с комплексным моделированием (например, EnergyPlus);

- программное обеспечение, которое подключается к определенному спецпроцессору для моделирования (например, eQuest);

- подключаемые модули для другого программного обеспечения, обеспечивающие определенный анализ производительности (например, AutodeskGreenBuildingStudio).

Рассмотрим возможности программы EnergyPlus.

Данная программа была создана для анализа энергии и моделирования тепловой нагрузки на основании описания здания. EnergyPlus имеет три основных компонента - менеджер по моделированию, модуль моделирования теплового баланса и модуль моделирования строительных систем.

Менеджер по моделированию контролирует весь процесс моделирования. Он является связью между двигателем теплового баланса и различными модулями и контурами ОВиК, такими как теплообменники, котлы, холодильные машины, насосы, вентиляторы и т.д. Метод расчета в EnergyPlus является моделью теплового баланса [2]. Основное предположение моделей теплового баланса заключается в том, что воздух в каждой тепловой зоне может быть смоделирован, а также перемешан с равномерной температурой во всем помещении. Модуль теплового баланса имитирует тепло внутри и снаружи поверхности, взаимосвязь между тепловыми балансами и границей условий, проводимостью, конвекцией, излучением и эффектом массопереноса.

После завершения моделирования модулем теплового баланса вызывается диспетчер моделирования систем здания, который контролирует моделирование ОВиК и электрической системы, оборудования и комплектующего и обновления зоны.

Благодаря программе EnergyPlus в процессе энергомоделирования перед нами открываются такие возможности как:

- интегрированное, одновременное решение условий термической зоны и реакции системы ОВиК;

- основанное на тепловом балансе решение радиационных и конвективных эффектов;

- ежечасные, определяемые пользователем временные шаги для взаимодействия между тепловыми зонами и окружающей средой;
- модель комбинированного тепломассопереноса, которая учитывает движение воздуха между зонами;
- стандартные сводные и подробные выходные отчеты.

Программа eQuest – это программа создана для моделирования энергопотребления здания. Графический интерфейс данного программного обеспечения позволяет создавать модель, как на уровне шаблонов, так и преобразовать ее в элементарную модель с возможностью настройки каждой системы и каждого компонента. В программе заложены параметры для современного оборудования, например, такого как чиллеры, тепловые насосы и вентиляторы.

Это программное обеспечение было создано, чтобы позволить проводить детальный анализ энергопотребления здания в период его эксплуатации, используя технологию симуляции энергоэффективности сооружения. Возможность проведения данного анализа обеспечивается с помощью структуры самой программы, а именно трех мастеров:

- мастер эскизного проекта;
- мастер дизайна;
- мастер энергетической эффективности [3].

Первые два мастера используются для проектирования и строительства, а мастер эффективности энергии используется для сравнения. Программа работает в режиме мастера с последовательным построением графики. Это позволяет запускать быстрое моделирование или создавать очень сложные модели.

Однако, данная программа имеет и недостатки, одним из которых является то, что все расчеты проводятся в американских единицах измерения. Геометрическую модель здания можно создавать только средствами программы. А результаты выводятся только в текстовых или эксель-файлах.

AutodeskGreenBuildingStudio – это онлайн-программа, которая запускает моделирование энергопроизводительности здания для оптимизации эффективности использования энергии, а также производит оценку выбросов углекислого газа на более ранних этапах проектирования. Входные параметры, необходимые для энергомоделирования, задаются с помощью программы AutodeskRevit. Эта программа основана на технологии информационного моделирования зданий, полнофункциональное решение, объединяющее в себе возможности архитектурного проектирования, проектирования инженерных систем и строительных конструкций, а также моделирования строительства [4].

Начинается процесс моделирования с описания заданного здания, а именно: типа здания (для того чтобы выбрать те или иные допущения относительно специфики здания) и его местоположения (нас интересуют не только погодные данные, но и определение углекислого газа).

После задания начальных условий необходимо создать геометрическую модель здания. Для повышения точности моделирования энергопотребления есть возможность применения теплового зонирования. Затем созданная модель отправляется на анализ.

К преимуществам данного программного обеспечения можно отнести:

- высокую скорость выполнения расчетов;
- точный анализ потенциала проектных решений;
- помощь в оценке экологической рациональности здания;
- вывод результатов расчетов не только в текстовом виде, но и графическом.

На первый взгляд, все рассмотренные ранее программы очень похожи. И это не удивительно, поскольку перед ними поставлена одна и та же задача

– энергомоделирование. Но все же они не могут быть абсолютно идентичны друг другу. Каждая программа имеет свои сильные и слабые стороны. И зачастую для моделирования объекта используется не одна программа, а целый комплекс программ.

Использование программных ресурсов для энергомоделирования здания позволяет:

- выявить ошибки 2D проектирования;
- произвести точный анализ проектных решений;
- найти достаточное множество энергоэффективных решений;
- оптимизировать затраты на строительство и эксплуатацию;
- оптимизировать работы инженерных систем.

Литература

1. Герасимов Н.А. Моделирование энергопотребления зданий – краеугольный камень зеленого проектирования для инженеров//Энергосбережение. 2014. №4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5852 (дата обращения: 14.02.2020).
2. Drury B. Crawley, Linda K. Lawrie, Curtis O. Pedersen, Frederic C. Winkelmann. Energy Plus: EnergySimulationProgram//ASHRAE Journal 42. 2000. №49-56. P. 1–9.
3. Записки проектировщика. GREENBIM, CFD. Современные технологии проектирования и строительства зданий [Электронный ресурс]. Режим доступа:<http://bim-proektstroy.ru/?p=520> (дата обращения: 15.02.2020).
4. AUTODESKGreenBuildingStudio[Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gbs.autodesk.com/GBS/> (дата обращения: 16.02.2020).



Сенчихина Анна Сергеевна

Год рождения: 1997
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы № Т4115,
направление подготовки: 19.04.01 – Биотехнология,
e-mail: anna-sench25@rambler.ru



Федоров Александр Валентинович

Год рождения: 1958
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
д.т.н., старший преподаватель,
e-mail: afedorov@itmo.ru



Волков Сергей Михайлович

Год рождения: 1957
ВНИИЖиров,
к.х.н., с.н.с.,
e-mail: volkovsm@vniig.org

УДК 532.13, 546.817

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА
ФОСФАТИДОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЛАХ МЕТОДОМ
МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ ПОТЕНЦИОМЕТРИИ**

А.С. Сенчихина, А.В. Федоров, С.М. Волков

Научный руководитель – д.т.н., старший преподаватель А.В. Федоров

Работа выполнена в рамках темы НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

В статье рассмотрены условия комплексного анализа показателей качества нерафинированных растительных масел, а именно кислотного числа, перекисного числа, анизидинового числа и содержания токоферолов методом мультисенсорной потенциометрии в маслосодержащих эмульсиях на основе водно-спиртовых растворов. Показано, что при соотношении компонентов маслосодержащих эмульсий «спирт:вода:масло» – 45(мл):50(мл):0,5(мл) возможно совместное и одновременное определение вышеуказанных показателей качества в интервале температур 22–32°C. На

основе анализа химических структур окисленных форм триглицеридов жирных кислот в растительных маслах и фосфолипидов растительных масел, а также сравнения концентраций этих компонентов, разработана методика анализа фосфорсодержащих веществ в нерафинированных растительных маслах. В качестве модельного растительного масла для исследований выбрано нерафинированное подсолнечное масло.

Ключевые слова

Растительные масла, триглицериды, фосфолипиды, фосфорсодержащие вещества, мультисенсорная потенциометрия, этанол, изопропиловый спирт, электрод, температура, фосфор, гексан, кислотное число, перекисное число, анизидиновое число, содержание токоферолов.

Растительные масла являются ценным продуктом, основу которых составляют триглицериды, содержащие незаменимые жирные кислоты. Состав триглицеридов жирных кислот отвечает общей формуле, представленной на рис. 1.

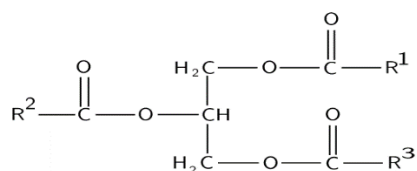


Рис. 1. Состав триглицеридов жирных кислот, где R^1 , R^2 и R^3 – радикалы (одинаковых или различных) жирных кислот

Кроме того, в состав растительных масел входят фосфолипиды, представляющие собой смесь фосфорсодержащих веществ. Обобщенная структурная формула фосфолипидов представлена на рис. 2.

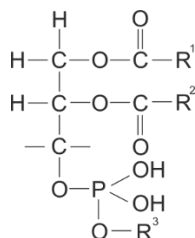


Рис. 2. Обобщенная структурная формула фосфолипидов, где R^1 , R^2 – жирные кислоты, а R^3 – остатки фосфолипида

Фосфолипиды делятся на несколько групп: глицерофосфолипиды, диольные фосфолипиды и сфинголипиды. К глицерофосфолипидам относятся фосфатидные кислоты, лецитины, кефалины и фосфатидилинозиты.

Организм не способен вырабатывать эти вещества самостоятельно, но, меж тем, функционировать без них также не сможет. Фосфолипиды необходимы человеку, поскольку: обеспечивают мембранам гибкость; восстанавливают поврежденные стенки клеток; играют роль клеточных барьеров; растворяют «плохой» холестерин; служат профилактикой сердечно-сосудистых заболеваний (особенно атеросклероза); способствуют правильному сворачиванию крови; поддерживают здоровье нервной системы; обеспечивают передачу сигналов от нервных клеток к головному мозгу и обратно; благотворно влияют на работу органов пищеварения; очищают печень от токсинов; оздоравливают кожу; повышают чувствительность к инсулину; полезны для адекватного функционирования печени; улучшают циркуляцию крови по мышечным

тканям; образуют кластеры, которые транспортируют витамины, питательные вещества, жиросодержащие молекулы по телу; повышают работоспособность.

Рекомендованный уровень потребления фосфора в сутки для взрослого человека в среднем – 1500 мг. Основными источниками поступления фосфора в организм человека являются мясо, рыба, злаковые и молочные продукты. Количественное содержание фосфора в них указано в таб. 1.

Таблица 1

Содержание фосфора в основных продуктах питания человека

Продукт питания	Содержание мг фосфора на 100 г продукта
Мясо	250
Рыба	500
Орехи	725
Сыр	540
Яйца	540
Отруби пшеничные	1200
Грибы	350
Творог	220

Результаты фактического поступления фосфора с пищевыми продуктами (в пересчете на P_2O_5) с ориентировочным максимально допустимым суточным поступлением фосфатов, исходя из утвержденного ФАО/ВОЗ $MTdi = 70$ мг/кг массы тела, или 4900 мг/чел/сутки. Отсюда вытекает, что поступление фосфатов с пищевым рационом превышает не только нормы физиологической потребности, но и данный норматив.

В таб. 2 представлено содержание фосфолипидов в нерафинированных маслах, полученных прессовым и экстракционным способом. Данные для экстракционных масел представлены в скобках. Содержание фосфолипидов в рафинированных маслах значительно ниже [1].

Таблица 2

Фосфорсодержащие соединения в нерафинированных растительных маслах

Компонент	Масла					
	подсол- нечное	рапсовое	соевое	хлопко- вое	касторо- вое	льняное
Фосфолипиды, % (по массе), всего	0,4–0,8 (0,7–1,3)	0,3–0,9 (0,5–1,2)	– (1,5–4,5)	0,3–1,6 (1,0–2,8)	0,29 –	0,6–0,9 (0,9–1,3)
Содержание отдельных их классов, в % от общего их содержания						
Фосфатидилинозиты	12–20	2–12	7–30	17–27	19	19–31
Фосфатидилсерины	13–17	15–24	0–16	2–5	14	13–29
Фосфатидилхолины	16–21	24–40	18–41	21–56	18	19–40
Фосфатидилэтаноламины	15–23	10–23	13–32	13–30	16	12–24

продолжение таблицы

Компонент	Масла					
	подсол- нечное	рапсовое	соевое	хлопко- вое	касторо- вое	льняное
Фосфатидные кислоты	5–12	3–19	5–13	0–16	1	2–10
Полифосфатидные кислоты	6–14	0–15	0–14	–	–	–
Прочие фосфатиды	10–17	2–10	12–13	5–15	–	2–5

Рекомендованная суточная доза потребления растительных масел 30–50г, в них содержится порядка 150–250 мг фосфорсодержащих веществ.

Таким образом, фосфорсодержащие вещества растительных масел являются дополнительным источником фосфора к другим продуктам питания ежедневного рациона человека.

Для анализа фосфорсодержащих веществ в растительных маслах используют фотометрический (колориметрический) метод и метод атомно-абсорбционной спектроскопии. Первый метод основан на переводе фосфора, входящего в состав фосфолипидов масла, в водорастворимое состояние путем озоления и последующем его определении фотометрическим методом по голубому молибденовому комплексу. Второй же метод основан на испарении анализируемой пробы масла, смешанной с модификатором, в графитовой кювете атомно-абсорбционного спектрометра и последующем измерении резонансного поглощения свободными атомами фосфора на длине волны 213,5 нм. Содержание фосфора определяется величиной интегрального аналитического сигнала и рассчитывается по предварительно установленной градуировочной зависимости [2].

Тем не менее, при точном рассмотрении оказывается, что все эти методы, несмотря на высокую точность, сопряжены с использованием дорогих инструментов, большого количества расходных материалов, требуют длительной и сложной пробоподготовки и использования труда высококвалифицированного персонала. Эти особенности затрудняют широкое внедрение разработанных методик и препятствуют реализации более тщательного и масштабного контроля качества на всех стадиях производства и распространения растительных масел. Между тем, накопленные экспериментальные результаты по использованию мультисенсорных систем позволяют сделать предположение о том, что создание недорогих и экспресс-методик для анализа ключевых показателей качества масел возможно на основе таких систем. Так, в работе [3] было проведено одновременное комплексное определение перекисного числа, анизидинового числа и токоферолов, а в работах [4] и [5] – перекисного числа, анизидинового числа, токоферолов и кислотного числа. Целью настоящей работы являлось изучение возможности применения потенциометрических мультисенсорных систем для определения фосфорсодержащих веществ растительных масел совместно с другими показателями качества – перекисным числом, анизидиновым числом и содержанием токоферолов, а также определения температурных интервалов анализа и концентрации компонентов в мультисенсорных системах.

Наиболее разработанными мультисенсорными системами для вышеобозначенных целей являются в настоящее время массивы потенциометрических сенсоров на основе халькогенидных стекол. Состав массива сенсоров, использованного в работе, указан в таб. 3.

Состав массива сенсоров, использованного в работе

Шифр сенсора	Материал мембраны
A7	Поликристаллический электрод $\text{AgCl-Ag}_2\text{S}$
A14	Керамическая мембрана LaF_3
A26	Поликристаллический электрод $\text{AgBr-Ag}_2\text{S}$
A27	Поликристаллический электрод Ag_2S
G2	Металлический Sb
G5	Халькогенидная стеклянная мембрана Cu-Ag-As-Se-Te
G10	Халькогенидная стеклянная мембрана $\text{CdI}_2\text{-AgI-As}_2\text{S}_3$

Масла сами по себе не проводят электрический ток, поэтому для анализа потенциометрическими сенсорами необходимо предварительно приготовить пробу, имеющую проводящие свойства, в данном случае это водно-спиртовая эмульсия растительного масла. Для проведения исследований были выбраны следующие пропорции «спирт:вода:растительное масло». Для маслосодержащей водно-изопропиловой эмульсии соотношение «спирт:вода:растительное масло» составляло: 45(мл):50(мл):0,5(мл), соответственно. Для маслосодержащей водно-этаноловой эмульсии 45(мл):50(мл):0,5(мл), а также 55(мл):40(мл):0,5(мл) – соответственно. Для приготовления водно-спиртовой эмульсии использовался технический этанол 95% и изопропиловый спирт марки «о.с.ч.» (Вектон).

Эксперимент проводился методом сенсорной потенциометрии, для которого требуется наличие гальванического элемента. В данной работе использовался гальванический элемент:

$\text{Cu} | \text{Ag} | \text{AgCl}, \text{KCl}_{\text{нас}} | \text{исследуемая проба} | \text{мембрана} | \text{твёрдый контакт} | \text{Cu}$

В качестве электрода сравнения использовали хлорсеребряный электрод ЭСр-10101, заполненный 1М раствором хлорида калия. Массив сенсоров и электрод сравнения были подключены к многоканальному цифровому вольтметру ХАН-11 с высоким входным сопротивлением.

Для каждого образца подсолнечного масла готовилось четыре пробы. С первой пробой проводилось кондиционирование (насыщение) электродов в течение 15 минут. При измерении последующих опытных проб, показания снимались в течение 2 минут и фиксировались на персональном компьютере. Процедура повторялась для каждого образца масла.

При работе в водно-спиртовой эмульсии электроды теряют свою активность, жиры из масла имеют свойство налипания на поверхность, что ухудшает показатели сенсоров. Для обхода этих проблем была разработана система отмывки электродов от анализируемой пробы.

После каждого измерения проводилась отмывка по следующей методике:

- 1) промывка гексаном квалификации «о.с.ч.» (Вектон) на протяжении 2 минут;
- 2) промывка 0,05% водным раствором полиоксиэтилен-20-сорбитан монолаурата (TWEEN 20, «ч.д.а.» Геликон) в течение 2 минут;
- 3) промывка дистиллированной водой в течение 3 минут, два раза.

После каждого этапа промывки электроды протирали досуха фильтровальной бумагой.

Отработанный гексан регенерировали путем перегонки, и повторно его использовали. Перегонка проводилась при нагревании гексана в перегонной колбе до 69–72°C.

При определении показателей качества растительных масел была установлена эффективность работы мультисенсорной системы в модельной жиросодержащей эмульсии подсолнечного масла на основе этилового и изопропилового спиртов.

Установлено, что воспроизводимость измерений разности потенциалов при помощи мультисенсорной системы в водно-спиртовой эмульсии подсолнечного масла на основе этанола в 1,5–2 раза выше, чем в модельной водно-спиртовой эмульсии на основе изопропанола.

В работах [3-5] было установлено, что потенциометрическая мультисенсорная система позволяет проводить одновременное количественное определение кислотного числа, перекисного числа, анизидинового числа и содержания токоферолов в жиросодержащей эмульсии на основе этанола. Погрешность определения этих параметров в терминах среднеквадратичного отклонения прогнозирования составила: для кислотного числа 0,7 мг/г, перекисного числа 0,81 ммоль $\frac{1}{2}$ O/kg; анизидинового числа 0,96; содержания токоферолов 0,78 мг/100 г. Максимальная эффективность мультисенсорной системы наблюдалась в температурном интервале 22–32°C.

Метод мультисенсорной потенциометрии позволяет идентифицировать рафинированные и нерафинированные масла в многомерном математическом пространстве.

С учетом химической структуры и более высокой концентрации фосфорсодержащих компонентов растительных масел по сравнению с первичными и вторичными продуктами окисления жирных кислот мультисенсорная потенциометрия может быть использована для одновременного определения вместе с ними других показателей качества подсолнечного масла – кислотного числа, перекисного числа, анизидинового числа и содержания токоферолов. При этом построение калибровочных графиков необходимо проводить как в водно-этиловой, так и в водно-изопропиловой маслосодержащих эмульсиях нерафинированных растительных масел при температуре 22–32°C. В качестве модельной системы должна быть использована маслосодержащая эмульсия на основе нерафинированных подсолнечных масел.

Литература

1. Техника и технологии производства и переработки растительных масел: учебное пособие / Нагорнов С.А., Дворецкий Д.С., Романцова С.В., Таров В.П. Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ. 2010. 96 с.
2. ГОСТ 31753-2012 Масла растительные. Методы определения фосфорсодержащих веществ. Введен 01.07.2013. М.: Стандартинформ. 2013. 11 с.
3. Semenov V., Volkov S., Khaydukova M., Fedorov A.V., Lisitsyna I., Kirsanov D., Legin A.V. Determination of three quality parameters in vegetable oils using potentiometric e-tongue // Journal of Food Composition and Analysis. 2019. Vol. 75, pp. 75–80.
4. Поздеева Ю.В. Исследование температурных режимов работы мультисенсорной системы для анализа качества пищевых растительных масел. СПб.: НИУ ИТМО, 2018. 88 с.
5. Еловегина Е.А. Исследование эффективности работы мультисенсорной системы для анализа качества пищевых растительных масел в различных растворителях. СПб.: НИУ ИТМО. 2018. 79 с.



Снытко Юрий Николаевич

Год рождения: 1972

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,
аспирант,

направление подготовки: 05.11.07 – Оптические
и оптико-электронные приборы и комплексы,

e-mail: snytko72@mail.ru



Тюрикова Екатерина Павловна

Год рождения: 1992

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,
аспирант,

направление подготовки: 05.11.13 – Приборы и методы
контроля природной среды, веществ, материалов и изделий,

e-mail: kt.net@yandex.ru



Кустикова Марина Александровна

Год рождения: 1958

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., доцент,

e-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 543.422, 543.422.3-74

**ИЗМЕРЕНИЕ ФРЕОНОВ В ДЛИННОВОЛНОВОЙ ОБЛАСТИ
СПЕКТРА ОТ 8 ДО 10 МКМ**

Ю.Н. Снытко, Е.П. Тюрикова, М.А. Кустикова

Научный руководитель – д.т.н., профессор, Л.А. Конопелько¹

1 – Университет ИТМО

Аннотация

Рассмотрены требования к газоанализаторам для контроля фреона. Намечены пути повышения селективности и стабильности показаний. Выбран материал излучателя для обеспечения максимума спектральной плотности энергетической в длинноволновой области от 8 до 10 мкм. Рассмотрен алгоритм работы газоанализатора, использующего пневматическую модуляцию.

Ключевые слова

Фреон, газоанализатор, абсорбционная спектроскопия, пневматическая модуляция.

В промышленности для технологических целей широкого применения нашли фреоны (хладоны, хладагенты). Для обеспечения безопасности требуется непрерывный контроль содержания фреонов в атмосфере герметичных помещений, для которых велик риск появления данных соединений. Потенциальными источниками опасности могут быть емкости для пожаротушения, кондиционеры и холодильные установки.

Большинство фреонов относят к 4-ой группе опасных веществ по предельно допустимым концентрациям, что объясняет их широкое применение. В цикле жизнедеятельности фреонов наибольшую опасность представляют продукты горения фреонов, которые возникают в следующих подобных ситуациях:

- проблемы с оборудованием в изолированном герметичном помещении, протечка реагентов;
- использование огнегасящих фреонов при пожаротушении.

В таблице приведены наиболее часто применяемые в промышленности фреоны.

Таблица

Фреоны широко используемые в промышленности

Обозначение	Химическая формула	Название	ПДК рабочей зоны, мг/м ³	ПДК жилой зоны, мг/м ³
227ea	C ₃ F ₇ H	Гептафторпропан	3000	–
114B2	C ₂ Br ₂ F ₄	Тетрафтордибромэтан	1000	–
12	CCl ₂ F ₂	Дифтордихлорметан	3000	100
22	CHClF ₂	Дифторхлорметан	3000	100
134A	C ₂ H ₂ F ₄	Тetraфторэтан	3000	–

Вопрос контроля определения и содержания фреонов в современном мире решают при помощи газоанализаторов. Из всего многообразия видов следует выделить оптико-абсорбционные, полупроводниковые и электрохимические газоанализаторы. Каждый из данных газоанализаторов имеют свои преимущества и недостатки.

Полупроводниковые газоанализаторы используются для контроля больших концентраций веществ, оптимально подходящих для известных мест возникновения и хранения фреонов. Однако для вопроса исследований малых концентраций, которые могут возникнуть во время жизнедеятельности человека в условиях герметичности, данные газоанализаторы не подходят.

Для электрохимических газоанализаторов остро стоит вопрос по пробоподготовке и обеспечению малых погрешностей при измерении. Также данные устройства не подходят для условия высокой влажности, в следствии чего выходят из строя электрохимические ячейки.

Современные оптико-абсорбционные газоанализаторы представляют наибольший интерес в вопросе контроля фреонов, однако и они обладают недостатками: с одной стороны, высокоточные газоанализаторы имеют большие габариты и высокую стоимость, и с другой стороны, газоанализаторы с компактными размерами и не высокой ценой обладают малой избирательностью и низкой точностью. Однако данный метод представляет наибольший интерес из-за возможности скорректировать соотношение цена/размер/качество.

Целью работы является разработка оптико-абсорбционного газоанализатора с высокой селективностью и стабильностью показаний, обеспечивающий максимум спектральной плотности энергетической светимости инфракрасного излучателя (селективного излучателя) в длинноволновой области от 8 до 10 мкм и постоянную модуляцию пробы.

Для достижения поставленной цели по стабильности снятия показаний и селективности, необходимо выполнить задачи:

- разработать инфракрасный излучатель с заданным максимумом спектральной плотности энергетической светимости;

- исследовать работу инфракрасного излучателя для обеспечения селективности;
- разработать новую схему оптико-абсорбционного газоанализатора фреона, использующего пневматическую модуляцию для получения стабильных метрологических характеристик и не требующий обслуживания в межповерочные интервалы времени;
- изготовить образец разрабатываемого газоанализатора;
- подтвердить характеристики разрабатываемой измерительной системы.

На рис. 1 изображены спектры поглощения основных типов фреонов, применяемых в промышленности.

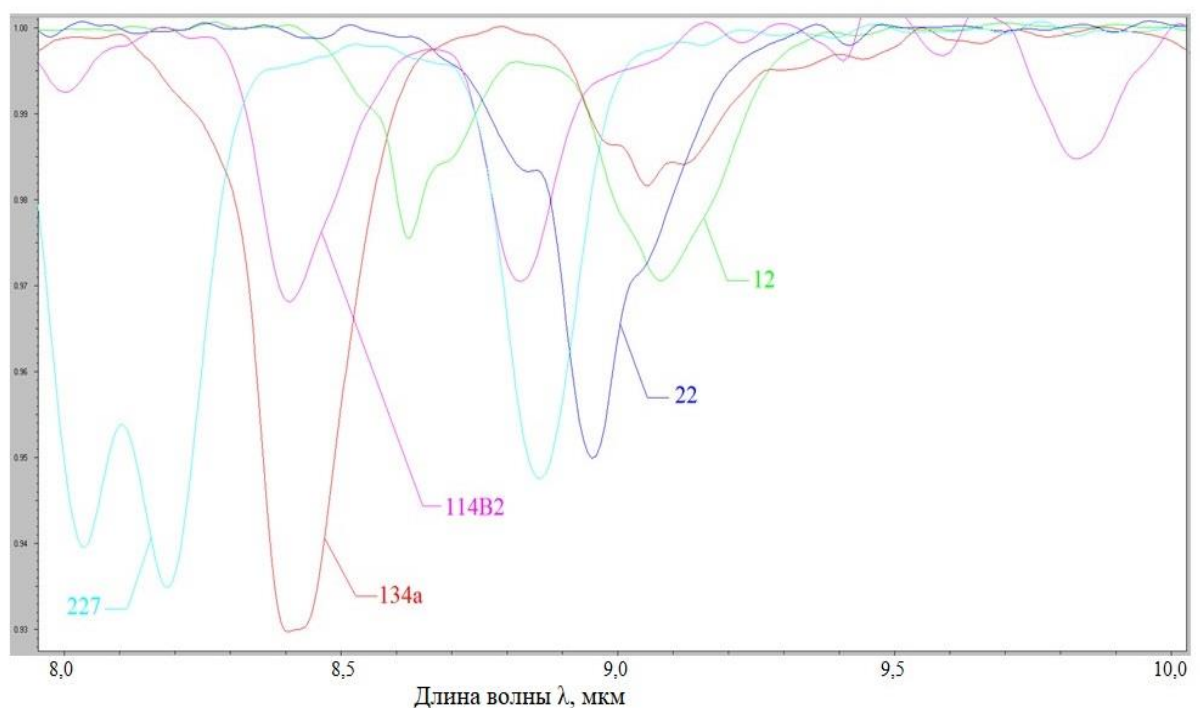


Рис. 1. Спектр поглощения фреонов

Основываясь на графике (рис. 1), приходим к выводу, что линии поглощения фреонов находятся в диапазоне от 8 до 9,3 мкм, а на длине волны 9,5 мкм находится окно прозрачности для целевых компонентов (оптический канал работающий на длине волны 9,5 мкм целесообразно использовать в качестве опорного канала газоанализатора для компенсации внешних воздействий, загрязнения оптики и стабильности нулевых показаний).

Был проведен анализ материалов для излучателя. Наиболее подходящим по оптическим свойствам материалом оказался Al_2O_3 (лейкосапфир). Монокристалл сапфира (оптический лейкосапфир, Al_2O_3) также имеет отличные химические и физические свойства. Данный материал является вторым по твердости материалом после алмаза, имеет высокую теплопроводность и прозрачность. Лейкосапфир сохраняет свои качества при высоких температурах и химически устойчив к кислотам и щелочам.

Таким образом, физико-химические свойства лейкосапфира позволяют его использовать в качестве излучателя в длинноволновой ИК-области.

Были проведены исследования излучательной способности лейкосапфира в различных конструктивных исполнениях. По результатам исследований была определена наиболее оптимальная конструкция излучателя, использующая в качестве

излучающего тела пластину лейкосапфира толщиной 0,5 мм (получен патент на изобретение №2417354 [1]).

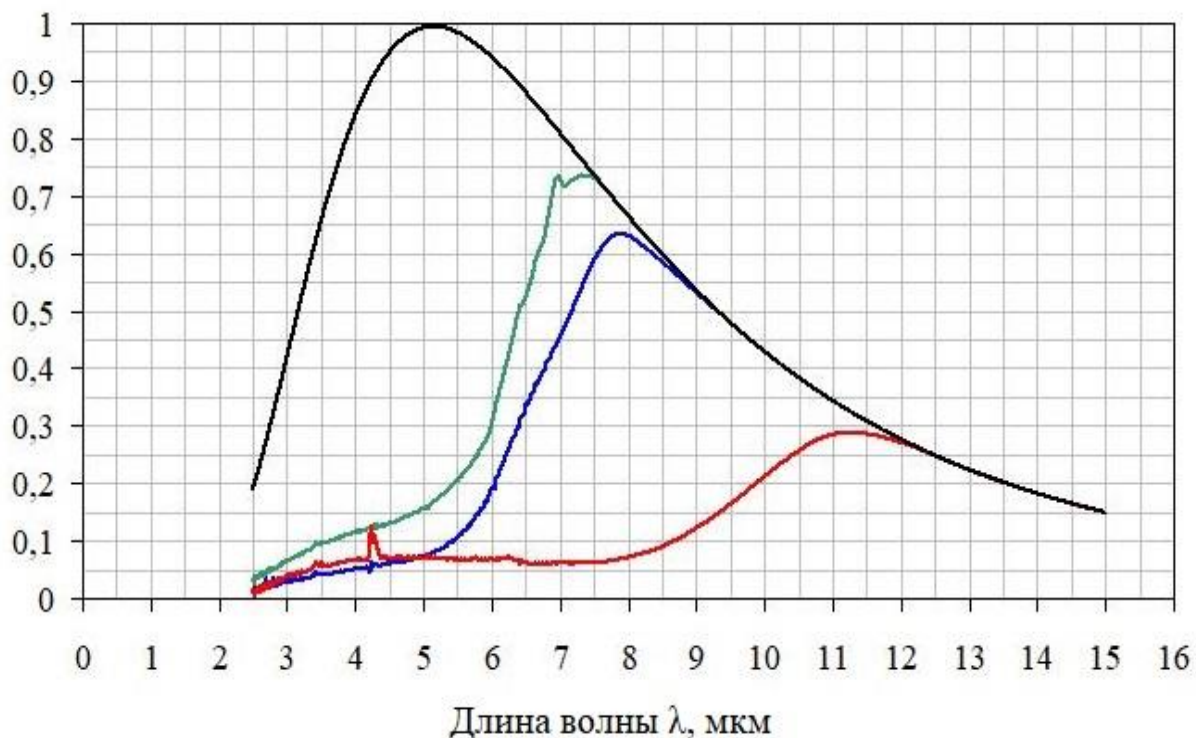


Рис. 2. Спектральная плотность энергетической светимости в относительных единицах при температуре 290°C: чёрный график – черное тело, зелёный график – Al_2O_3 , синий график – LiF , красный график – CaF_2

Графики расчета спектральной плотности энергетической светимости излучения лейкосапфира и черного тела при температуре 290°C приведены на рис. 2. По графикам следует, что максимум плотности энергетической светимости излучателя из лейкосапфира по сравнению с абсолютно черным телом, сместился в длинноволновую область, и находится в диапазоне 7,5-10,5 мкм, в следствии чего уменьшается паразитная засветка приемника в диапазоне до 7,5 мкм повышая селективность измерения хладонов.

Был разработан и изготовлен абсорбционный газоанализатор хладонов с использованием лейкосапфира в качестве излучательного элемента. Основа абсорбционного метода анализа заключается в зависимости ослабления потока оптического излучения в определенном спектральном интервале от концентрации определяемого компонента [2, 3].

Разработанный газоанализатор (рис. 3.) включает в себя метод модуляции (изменения) давления исследуемой газовой смеси (далее – ГС) в рабочей камере и разделения оптического потока, прошедшего сквозь рабочую камеру и разделившийся на три измерительных канала, каждый из которых имеет свой приемник ИК-излучения.

Побудитель расхода ПР1 (ПР2), создающий давление (разряжение) ГС в резервуаре Р1 (Р2), закачивает ГС через основной входной фильтр (Ф). Для создания модуляции давления в рабочей камере попеременно открываются электромагнитные клапана ЭКЛ1 и ЭКЛ3. Электромагнитные клапана ЭКЛ2 и ЭКЛ4 обеспечивают сброс давления (разряжения) в рабочей камере до нуля. Стабильность поддержания давления

обеспечивается измерением текущего давления (избыточного, атмосферного и разрежение) в рабочей камере с помощью датчика давления (ДД) и стабилизируется на необходимом уровне управлением работой ПР1 и ПР2.

Периодичность работы клапанов составляет 2,6 с. Циклограмма модуляции давления ГС приведена на рис. 4.

В результате циклической работы электромагнитных клапанов и побудителей расхода на входе газоанализатора создается расход ГС. Величина расхода составляет 0,5 л/мин.

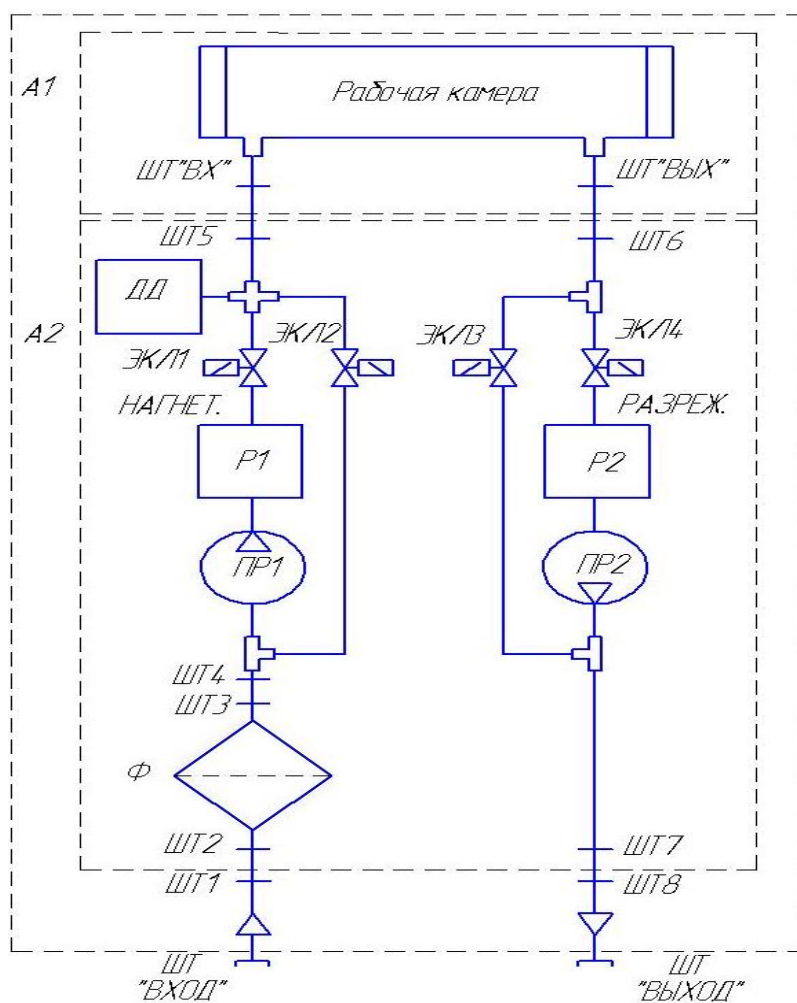


Рис. 3. Газовая схема газоанализатора

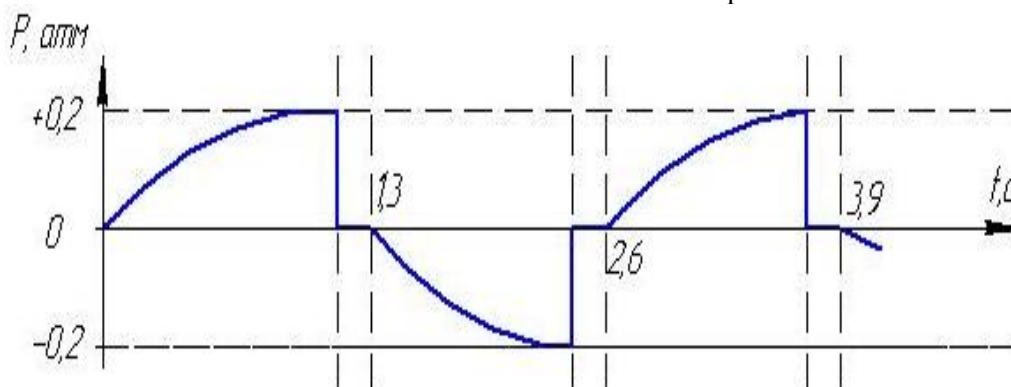


Рис. 4. Модуляция избыточного давления анализируемой ГС в рабочей камере

В результате проведенных исследований был проведен анализ существующих газоанализаторов и выбран оптико-абсорбционный метод. Был разработан газоанализатор фреона, имеющий лучшие характеристики по сравнению с имеющимися на рынке, обладающий селективностью, высокой чувствительностью, большим ресурсом работы и не требующий технического обслуживания в межповерочные интервалы. По результатам работы был зарегистрирован патент на полезную модель №186910 [4].

Были проведены испытания образца газоанализатора фреона в целях утверждения типа СИ, и на его основе получено свидетельство СИ №41106.

Литература

1. Патент на изобретение №2417354 «Излучатель инфракрасный».
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Том 2. / Алов Н.В., под ред. Ищенко А.А. СПб.: Академия. 2010. 416 с.
3. Оптические абсорбционные газоанализаторы и их применение/ Бреслер П.И. Л.: Энергия. 1980. 164 с.
4. Патент на полезную модель №186910 «Газоанализатор многокомпонентный для селективного измерения концентрации хладонов в системах жизнеобеспечения».



Ступников Александр Вадимович
Год рождения: 1992
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
аспирант группы №7215,
направление подготовки: 25.00.36 – Геоэкология,
e-mail: avstupnikov@corp.ifmo.ru



Кустикова Марина Александровна
Год рождения: 1958
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., доцент,
e-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 502.05

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОПУЛЯЦИЙ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

А.В. Ступников, М.А. Кустикова

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

В статье рассматриваются возможности применения беспилотных летательных аппаратов для получения информации о плотности популяций и состоянии млекопитающих. Раскрываются основные преимущества и характеристики различных беспилотных летательных аппаратов для проведения зоогеографических исследований.

Ключевые слова

Беспилотный летательный аппарат, мониторинг, морские млекопитающие, авиаучет, зоогеографические исследования.

Одним из современных способов экологического мониторинга является применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Данные устройства состоят из оборудования, предназначенного для проведения фото/видеосъемки. Данные полученные с ходе съемки можно просматривать в режиме реального времени на пульте управления, либо записывать на внешние носители информации. Современные БПЛА могут использоваться в широком диапазоне температур, а также в сложных погодных условиях. Их способность самостоятельно следовать заложенному маршруту вместе с возможностью их использования при низких температурах позволяет проводить экологический мониторинг ранее недоступных территорий [1].

Сбор данных о плотности популяций и состоянии морских млекопитающих является трудоемким процессом, который осложняется труднодоступностью ареалов обитания данных животных, погодными условиями и стоимостью подобных

исследований. Информация о численности и распределении млекопитающих необходима при изучении особо охраняемых природных территорий, для сохранения биоразнообразия и уникальных природных экосистем.

В России БПЛА для осуществления мониторинга состояния окружающей среды применяются для контроля состояния трасс трубопроводов и для обнаружения аварийных разливов нефти. Сбор данных о плотности популяций и состояния морских млекопитающих обычно осуществляется методами судовых и авиационных учетов. Во время таких учетов практически невозможно определить возрастную структуру популяции, а также почти всегда присутствует фактор беспокойства животных [2].

Цель работы – изучить возможности применения системы беспилотных летательных аппаратов для проведения зоогеографических исследований на ограниченных территориях.

Для выполнения этой цели были поставлены следующие задачи:

- изучить существующие в настоящее время виды БПЛА;
- провести анализ возможностей использования БПЛА для проведения зоогеографических исследований;
- выполнить анализ необходимых требований к оборудованию.

В настоящее время на территории Российской Федерации БПЛА используются для контроля различных аварийных ситуаций, обследования состояния трубопроводов, обнаружения посторонних лиц на закрытых территориях и контроля за выполнением строительных работ [1].

Мониторинг при помощи БПЛА производится при помощи нескольких видов съемки. Фотосъемка имеет более высокое разрешение, чем видеосъемка. Полученные снимки в дальнейшем можно анализировать при помощи спектрметрических методов обработки. Видеосъемка применяется для наиболее оперативного визуального обследования территории. С помощью тепловизионной съемки становится возможным проведение наблюдений в условиях ограниченной видимости и в темное время суток.

Погодные условия на территории мониторинга морских млекопитающих могут быть непредсказуемы. Поэтому необходимо обеспечить работу видеооборудования в сложных условиях наблюдения, таких как дождь, снег, град, туман.

Существует несколько различных видов БПЛА, они различаются по форме (самолетного и вертолетного типа), могут быть легкими и тяжелыми, работать на разных видах топлива и летать на разное расстояние. Выбор типа зависит от характеристики объекта исследования.

По результатам проведенных ранее экспериментов с БПЛА и анализа литературных данных [1-5], нами были даны некоторые рекомендации к выбору оборудования для мониторинга плотности популяций крупных морских млекопитающих.

- авиаучеты млекопитающих с помощью БПЛА необходимо осуществлять на хорошо просматриваемой местности, с большой высоты для минимизации фактора беспокойства;
- для осуществления более точного наведения оборудования на необходимую область мониторинга целесообразнее использовать широко распространенную систему обзора от первого лица - First Person View (FPV);
- для проведения мониторинга на разных расстояниях от базы необходимо использовать разные виды БПЛА. При удалении до 200 метров от базы целесообразнее использовать малоразмерный многороторный БПЛА, при маршруте до 1000 метров наиболее эффективно использование опционально пилотируемого мотоплана, при более значительном удалении от базы необходимо использовать радиоуправляемый самолет с системой FPV. Также при проведении мониторинга в удаленных от базы точках необходимо использовать БПЛА с установленными приборами телеметрии;

- для проведения мониторинга состояния млекопитающих в условиях ограниченной видимости в любое время суток необходимо оснастить БПЛА системой видеомониторинга, которая включает в себя несколько различных камер. Данная система должна содержать два блока устройств. Первый блок отвечает за пилотирование устройства должен включать в себя телекамеру переднего обзора. Второй блок является блоком регистрации, с помощью которого проводится мониторинг. Он должен включать в себя видеокамеру высокого разрешения, фотокамеру, тепловизор и телекамеры нижнего обзора, выполняющей роль видеоискателя;

- кроме того необходимо уделить внимание понижению шумового эффекта во время наблюдения за млекопитающими, чтобы снизить фактор беспокойства.

Область применения БПЛА всех видов и типов достаточна широка, так как данный вид устройств хорошо подходит для наблюдения и контроля территории, доступ к которой является затруднительным. Получаемые цифровые фото и видео материалы являются актуальными и не несут устаревшую информацию, в отличие от космических снимков.

В ходе данного исследования был выполнен анализ необходимых требований к оборудованию, определены необходимые характеристики оборудования, а также техническая комплектация БПЛА.

Литература

1. Айроян З.А., Коркишко О.А., Сухарев Г.В. Мониторинг магистральных нефтепроводов с помощью беспилотных летательных аппаратов // ИВД. 2016. №4 (43).
2. Медведев А.А., Алексеенко Н.А., Карпенко И.О. Мониторинг животного мира на особо охраняемых природных территориях с помощью беспилотных летательных аппаратов // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. №6-1.
3. Шилова Н.А., Данилов А.А. Использование беспилотных летательных аппаратов для мониторинга объектов морской фауны // Arctic Environmental Research. 2014. №3.
4. Новоселов А.С., Болнокин В.Е., Чинаев П.И., Юрьев А.Н.. Системы адаптивного управления летательными аппаратами. М.: Машиностроение. 2008. 280 с.
5. Дистанционные методы исследования в зоологии. Материалы научной конференции. Под редакцией Рожнова В.В. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2011. 108 с.



Тауберт Евгения Андреевна

Год рождения: 1997

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы № Т41505с,

направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство,

e-mail: taueugen11@gmail.com



Динкелакер Наталья Владимировна

Год рождения: 1972

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

заведующий лабораторией,

e-mail: nvdinkelaker@itmo.ru

Петрова Оксана Владимировна

Год рождения: 1979

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.х.н., доцент,

e-mail: oksanapetrova79@mail.ru

УДК 574.522

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ФИТООЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ
КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Е.А. Тауберт, Н.В. Динкелакер

Научный руководитель – к.х.н., доцент О.В. Петрова

Работа выполнена в рамках темы НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

Статья посвящена возможностям применения фитоочистных технологий для очистки ливневых стоков в качестве одного из направлений устойчивого развития городской среды. Рассмотрены технологии фитоочистки ливневых вод и возможности их применения в Санкт-Петербурге на основе анализа зарубежных источников и имеющихся отечественных аналогов. Экспериментально исследованы возможности использования различных видов высших растений для фитоочистки неорганизованного ливневого стока с повышенным содержанием тяжелых металлов с учетом структуры фитомассы.

Ключевые слова

Фитоочистные технологии, ливневый сток, устойчивое развитие, гидрботанические площадки, урбанизированные территории, тяжелые металлы.

Одной из целей в области устойчивого развития является обеспечение

экологического самовосстановления урбанизированных экосистем. Данной цели соответствует ряд задач в виде снижения негативного экологического воздействия городов на качество атмосферного воздуха, почв, поверхностных и грунтовых вод, в виде сохранения природного биоразнообразия, создания экологически устойчивых транспортных систем и решения проблем с обращением отходами производства и потребления.

В данной статье основное внимание уделяется возможности использования различных экосистем Санкт-Петербурга в качестве биологических фильтров для очистки ливневых сточных вод. К поверхностным сточным водам относятся дождевые, талые, инфильтрационные, поливомоечные, дренажные сточные воды.

В России, в частности в Санкт-Петербурге, существует проблема водоотведения поверхностных стоков с улиц. Системы сбора и отвода часто ливневой канализации часто отсутствуют либо разрушены, засорены и не справляются с возрастающей нагрузкой при строительстве новых промышленных объектов и жилых районов на месте озелененных территорий. В Санкт-Петербурге в настоящее время не более чем две трети территории имеют общесплавную систему канализации [13]. Значительная часть ливневых вод поступает в водоемы без специальной очистки, «стоком по рельефу», при этом она вымывает с городских территорий не только песок и листья, но различные отходы. Организация повсеместного сбора и очистки поверхностных сточных вод в настоящее время является дальней перспективой для большинства урбанизированных территорий России. Загрязненные ливневые воды, проходя через различные территории, в конце концов, попадают в водные объекты, вызывая их загрязнение и эвтрофирование. Это приводит к значительным ограничениям использования данных природных вод в питьевых и рекреационных целях, значительно снижая качество окружающей среды для горожан. В то же время, решение проблем очистки загрязненного неорганизованного ливневого стока возможно с использованием природным механизмов самоочищения экосистем территорий, по которым проходит загрязненный сток. Однако, в настоящее время опыт применения биологических систем для очистки сточных вод в России преимущественно касается южных регионов. На широте Санкт-Петербурга были неоднократные попытки внедрения фитоочистных методов в виде организованных гидрботанических площадок для очистки канализованного поверхностного стока линейных объектов, однако их эффективность ограничивается сезонными погодными факторами [3-10].

Цель настоящего исследования заключалась в анализе возможностей использования самоочистительных способностей городских экосистем и повышения их эффективности, в связи с чем были поставлены такие задачи, как изучение имеющегося российского и зарубежного опыта применения растительности для очистки ливневых стоков и исследовании аккумулятивных способностей массовых видов растений из типичных природных экосистем в городской черте Санкт-Петербурга.

Также задачей настоящего исследования является выявление эффективных с точки зрения аккумуляции ТМ урбанизированных фитоценозов и исследование возможностей их применения для очистки организованного и неорганизованного поверхностных стоков, загрязненных ТМ. Для целей исследования была выбрана городская территория, в достаточной степени загрязненная ТМ, имеющая природные растительные сообщества и наземных и водных экосистемах. Исследования проводились в 2019 году в Приморском районе Санкт-Петербурга на территории между Шуваловким и Орловским карьерами (рис. 1). Первый образован плотиной на речке Каменке, которая вытекает из Суздальских озер и впадает в Лахтинский разлив. Почва вокруг карьера представлена супесью и легкосуглинком. Берега окружены сосновым и смешанным лесами.

Оба карьера расположены в Приморском районе, который считается одним из

самых экологически привлекательных в городе за счет больших «зеленых» площадей. Тем не менее, оба карьера расположены в промзоне «Коломяги» и некоторые зоны указывают на чрезвычайно опасную и опасную степени загрязнения почвы тяжелыми металлами.

По берегам карьеров располагаются промышленные объекты, в том числе завод по производству газотурбинных двигателей, фармацевтическая организация, Коломяжская ГУП ТЭК, асфальтобетонный завод №1 и компания, работающая со сжиженным углеводородным газом.

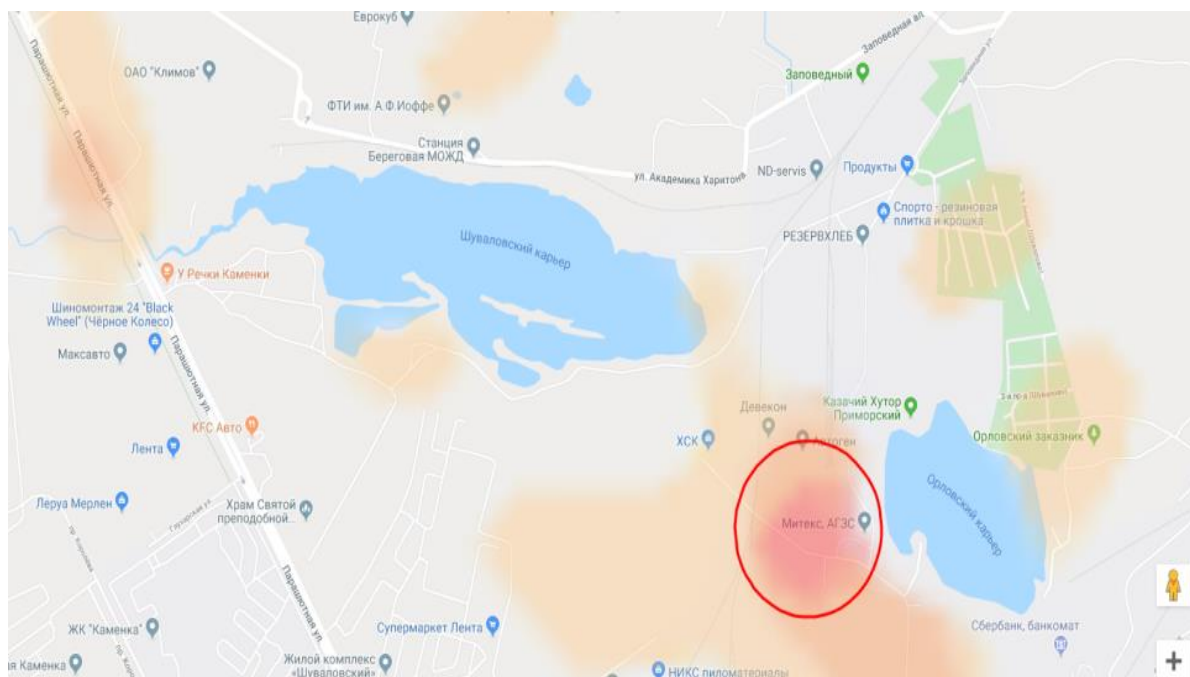


Рис. 1. Территория исследования (водосборные территории Орловского и Шуваловского карьеров) с зонами повышенных концентраций ТМ в почвах

Анализ массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почвы и растительности проводился с помощью рентгенофлуорисцентного энергодисперсионного анализатора («Спектроскан МАКС- G 6532»). Поступившие в лабораторию пробы подготавливаются в соответствии с пп. 5.1 – 5.6 ГОСТ ISO 11464-2015. Средняя ошибка измерений не превышает 15%. Площадь растительных сообществ определена на основании полевых маршрутных исследований с использованием общедоступной коммерческой компьютерной программы Google Earth.

При решении задач очистки поверхностного стока на городских территориях основными направлениями биоманипулирования является создание и пространственное планирование ландшафтно-растительных комплексов с повышенными барьерными или аккумулятивными свойствами.

Одним из наиболее эффективных направлений использования аккумулятивных свойств растений являются фитоочистные технологии [1, 2]. Фитоочистка представляет собой один из способов очистки организованных сточных вод, который предполагает в пределах искусственно созданного водоема использование способности растительных компонентов природных водных экосистем к самоочищению и содержит встроенные технические элементы, повышающие эффективность очистки. Фитоочистка в зарубежных странах применяется как в качестве полноценных очистных сооружений, так и систем гораздо меньших по размеру и естественно встроенных в городскую инфраструктуру. В целом он рассматривается в качестве дополнительного

экологически функционального элемента в составе озеленения городских территорий. Данный способ требует подбора видов водорослей или многолетних высших водных растений, наиболее устойчивых к техногенному загрязнению окружающей среды, способных к удалению из водной среды биогенных веществ, различных ксенобиотиков, тяжелых металлов (далее ТМ) [11, 12]. При этом они должны справляться с нагрузкой и в условиях пониженных температур окружающей среды. С начала 90-ых годов в Европе и Америке данный метод начал использоваться для очистки всех типов сточных вод, включая фильтрат полигонов твердых бытовых отходов, ливневые стоки (городские, автомагистральные, стоки аэропортов и стоки с сельскохозяйственных угодий), стоки животноводческих предприятий, промышленные стоки (химическая, целлюлознобумажная промышленность и т.д.) и шахтных вод. При этом фитоочистные сооружения достаточно эффективно работают круглый год на Аляске, в Германии, Ирландии, Швеции, Великобритании, Чехии и других странах с климатом, схожим с климатом России [14, 15]. Лидером по количеству сооружений фитоочистки, применяемых для отрицательных температур и, в том числе, для промышленных стоков, является Канада. Не смотря на эффективность систем фитоочистки организованных стоков, одни такие сооружения не могут решить проблему поступления загрязненных стоков в водные объекты. В городской среде неизбежно остаются достаточно большие территории с различным характером использования, ливневый сток с которых поступает в водные объекты, и при этом имеет в своем составе вещества, загрязняющие водные объекты. Очистка такого стока происходит на территориях, через которые он проходит, поэтому в этом случае важно наличие локальных экосистем, способных к очистке ливневого стока. На урбанизированных территориях такую функцию в той или иной степени могут выполнять только зеленые насаждения. Если в Санкт-Петербурге в последние десятилетия наблюдалась ситуация замещения зеленых насаждений и природных «зеленых островков» уплотнительной застройкой, приведшая к сокращению их площади, то во многих мегаполисах мира очистительная роль зеленых насаждений признана как необходимая в городской среде на законодательном уровне и применяется в градостроительной практике. Хорошим примером является схема управления ливневыми стоками «Зеленый город, чистые воды», предложенная в Филадельфии в качестве меры по борьбе с «серой» инфраструктурой. С 2006 года в Филадельфии законодательно установлено, что любые новые строительные объекты площадью более 1500 м² должны иметь зелёные зоны, способные поглощать до 3 см осадков. С тех пор город стал активно обрастать клумбами, дождевыми садами, зелёными крышами и стенами, искусственно созданными болотными системами, и за пять лет нагрузка на канализационную систему города была снижена почти на 30%. Агентство по защите окружающей среды США (EPA) сделало её частью глобальной программы Storm Water Management Model (SWMM). Это компьютерная модель лежит в основе планирования, анализа и разработки проектов, связанных с управлением ливневыми стоками, и используется многими странами, такими как Австралия, Франция, Великобритания, Германия, Норвегия, Швеция, Финляндия, Швейцария, Австрия и другие [16, 17]. На рис. 2 представлен пример технологической схемы очистки ливневых вод в городской среде, включающей живые природные компоненты (ливневые сады, траншеи, дождевые бочки, зеленые стены).

Имеется два оптимальных направления развития фитоочистных технологий. Первое направление заключается в строительстве фитоочистных систем, схожих с Филадельфийской моделью, когда создание нового городского объекта изначально подразумевает использование для очистки ливневых вод единого комплекса технических и фитоочистных элементов. Метод фитоочистки используется в Санкт-Петербурге для очистки организованного стока крупных современных линейных

объектов (автодорога «Западный скоростной диаметр», Кольцевая автодорога Санкт-Петербурга), однако более широкое его распространение осложнено в связи с достаточно высокой стоимостью строительства и эксплуатации таких объектов, а также с их низкой эффективностью в зимний период. Кроме того, данные объекты являются достаточно опасными в связи с концентрированием загрязнителей и органического вещества и не могут широко применяться в жилых зонах с плотной застройкой.



Рис. 2. Пример применения основных элементов управления ливневыми стоками

Второе направление заключается в сохранении или создании эффективно аккумулирующих загрязнение экосистем на территориях развития промышленных и жилых зон. Данное направление также активно в зарубежных странах и представляется на данный момент наиболее рациональным в условиях Санкт-Петербурга ввиду низкой стоимости создания, минимального обслуживания и отсутствия экологически опасных объектов.

Основной причиной повышения содержания в Санкт-Петербурге ТМ является автомобильный транспорт.

В ходе настоящего исследования была изучена аккумулирующая способность основных фитоценозов водосборной площади Шуваловского и Орловского карьеров, являющихся, с одной стороны, широко используемой рекреационной зоной с официальными пляжами, с другой стороны – местом сбора ливневых вод с территории, включающей источники загрязнения поверхностного стока, предприятия промышленной зоны «Коломяги». Территория не имеет организованной системы сбора ливневых вод, основная очистка происходит при прохождении ливневых вод через почвенно-растительный слой экосистем, расположенных между местами загрязнения и водным объектом.

В ходе полевых исследований были выделены основные виды фитоценозов на водосборной территории Шуваловского и Орловского карьеров (таблица).

Были проведены исследования аккумулирующей способности доминирующих видов в данных фитоценозов в отношении накопления тяжелых металлов в биомассе и проведена оценка среднего накопления тяжелых металлов в биомассе растительного

сообщества, с учетом долей доминирующих видов, если сообщества не были монодоминантными.

Таблица

Основные фитоценозы водосборной площади исследованных водоемов

Фитоценоз	Доминирующие виды	
	Древесный ярус	Травянистый ярус
Сосняки вересковые	Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	Вереск обыкновенный (<i>Calluna vulgaris</i> L.), Вейник наземный (<i>Calamagrostis epigejos</i>), Моховой покров
Сосняки брусничные	Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	Брусника обыкновенная (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>), Моховой покров
Ивняки	Ива трехтычинковая (<i>Salix triandra</i> L.)	–
Прибрежно-водные растения (гелофиты)	–	Манник большой (<i>Glyceria maxima</i> L.)

На рис. 3 представлена диаграмма аккумулирующей способности основных растительных сообществ водосборной территории исследуемых карьеров в промышленной зоне «Коломяги». Выявлена различная способность исследованных фитоценозов к аккумуляции ольельных ТМ. Так, наиболее выраженная способность к аккумуляции цинка и оксида марганца отмечена у ивняков, также у этих сообществ повышена способность к аккумуляции и других ТМ. Наименьшая аккумулятивная способность в отношении большинства ТМ отмечена у сосняков, что делает их предпочтительными посадками в зоне рекреации людей, но в меньшей степени, чем ивняки способствует очищению поверхностного стока. При этом значительную площадь водосбора занимают сосняки, их вклад в очищающую способность почвенно-растительного комплекса определяется площадью произрастания. Заросли гелофитов демонстрируют среднюю аккумулятивную способность среди изученных сообществ.

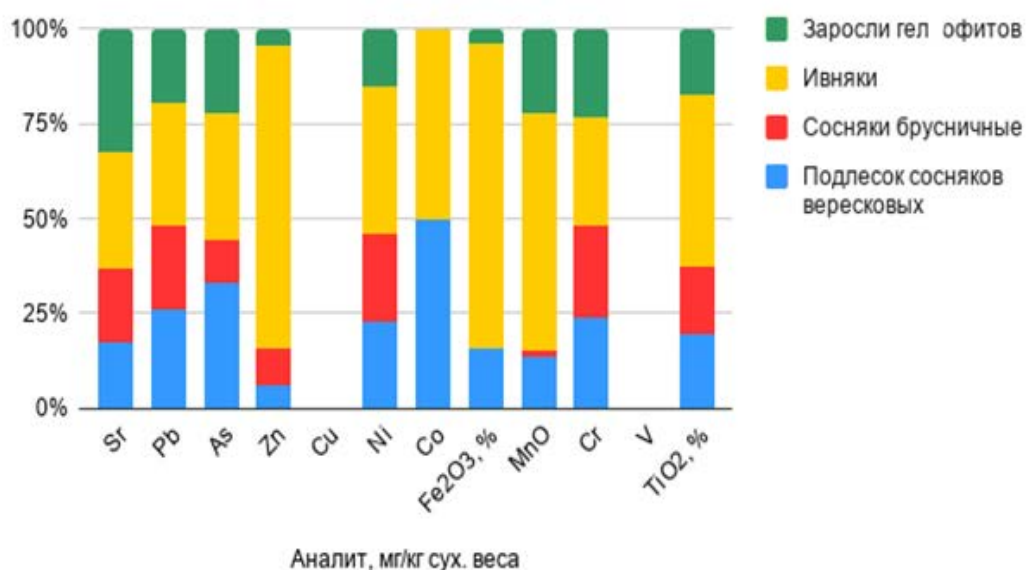


Рис. 3. Аккумулирующей способности основных растительных сообществ водосборной территории Орловского и Шуваловского карьеров

Отдельный интерес представляет исследование аккумулирующей способности прибрежно-водных растений в связи с дискуссионностью вопроса об их сохранении в рекреационных зонах водоемов. На рис. 4 представлено распределение ТМ в органах Манника большого (*Glycéria maxima L.*). Данный гелофит является одним из основных видов, образующим моновидовые заросли гелофитов на исследованной территории. Согласно полученным результатам, а также литературным данным, сообщества обладают повышенной накопительной способностью в отношении большинства ТМ по сравнению с наземными травами и кустарничками [18].

Исследование распределения ТМ в организме манника показало, что концентрации большинства ТМ выше в корне, нежели в зеленых надводных органах растения. Особенно это заметно по Zn и MnO. При этом зеленые листья уступают в накопительных способностях корням. Сравнение накопительных особенностей различных частей растений тяжелых металлов актуально, так как от этого зависит каким образом утилизировать срезанные во время садовых работ растения, а также какие виды растений эффективнее всего применять для рекультивации территорий, подверженных серьезной антропогенной нагрузке. Учитывая невысокий уровень накопления ТМ в листьях, полученный в результате исследования, можно заключить, что при применении таких технологий, как выкашивание, в отношении сообществ манника, не достигается эффективное извлечение тяжелых металлов из воды, так как наибольшее накопление происходит в корне.

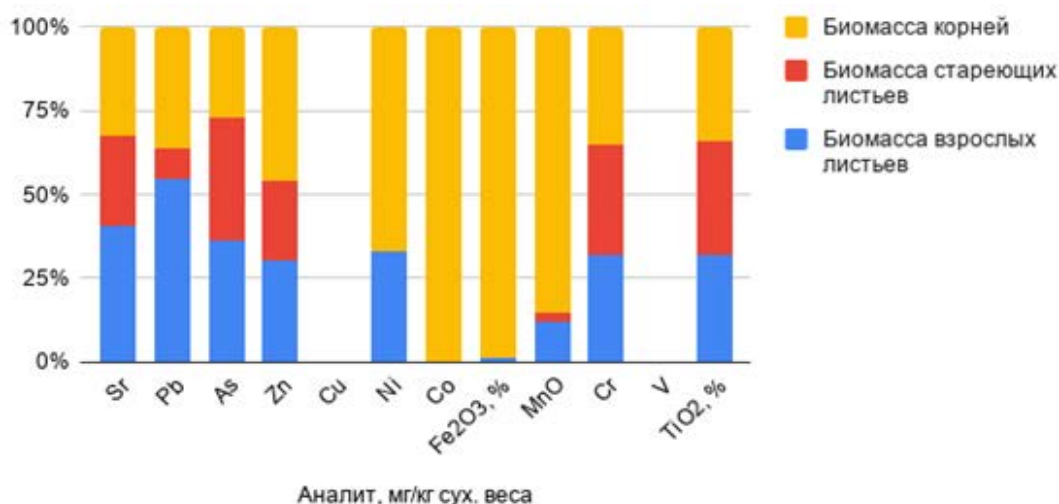


Рис. 4. Распределение ТМ в органах манника большого (*Glycéria maxima L.*)

Таким образом, были рассмотрено перспективное направление управления ливневыми стоками, совмещенными с расширением «зеленых» городских территорий. Задачей дальнейшего исследования является изучение и поиск наиболее эффективных растительных экосистем, способных аккумулировать ТМ и поддерживать баланс самоочищающей способности природной среды.

Литература

1. Брешиани Р. Фитоочистка как инновационный метод водоочистки // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 7. С. 885–900. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.7.885-900.
2. Конте Д. Фитоочистка: Инновационная техника очистки загрязненной воды // Справочник Эколога. 2019. № 5 (77).
3. Щеголькова Н., Рыбка К., Криксунов Е. Природный механизм с техническими элементами. Применение фитосооружений для очистки сточных вод в различных

- климатических зонах. // ВодаMagazine. 2014. №12 (88).
4. Третьякова С.Ю., Федорова О.А., Петров Б.Ф., Семенов Б.Н. Гидрботанический способ доочистки сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий // Вестник МГТУ, том 14, №4. 2011 г. стр.837-841.
 5. Семенов С.Ю., Шелепова Л.И. Водно-болотная очистка сточных вод. Безопасность жизнедеятельности, № 1, с.37-38, 2008.
 6. Rice E.W., Baird R.B., Eaton A.D. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Water Works Association, Water Environment Federation. 2017; 2-66.
 7. Masi F. Enhanced denitrification by a hybrid HF-FWS constructed wetland in a large-scale wastewater treatment plant // Wastewater Treatment, Plant Dynamics and Management in Constructed and Natural Wetlands. 2008. Pp. 267–275. DOI: 10.1007/978-1-4020-8235-1_23.
 8. Morvannou A., Forquet N., Michel S., Troesch S., Molle P. Treatment performances of French constructed wetlands: Results from a database collected over the last 30 years // Water Science and Technology. 2015. Vol. 71. Issue 9. Pp. 1333–1339. DOI: 10.2166/wst.2015.089.
 9. Vymazal J., Kröpfelov L. Wastewater treatment in constructed wetlands with horizontal subsurface flow // Environmental Pollution. 2008. DOI: 10.1007/978-1-4020-8580-2.
 10. Мелехин А., Щукин И. Достойная альтернатива. Использование фитофильтров для очистки поверхностных сточных вод / №11 (63) Ноябрь 2012 / ВодаMagazine. С. 6-9. 2.
 11. Тимофеева С., Ульрих Д.. Инструмент минимизации экологических рисков. Использование фитотехнологий для очистки сточных и грунтовых вод от тяжелых металлов / ВодаMagazine. №6 (82) Июнь 2014 / С. 36-40. 3.
 12. Тимофеева С.С., Тимофеев С.С. Время биотехнологий. Системы с высшей водной растительностью для очистки сточных вод. // Вода Magazine. №10 (50), октябрь 2011. с.56- 62.
 13. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»: [сайт]. URL <http://www.vodokanal.spb.ru/> (дата последнего обращения: 08.11.2019).
 14. Ботанический атлас растений Ленинградской области: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.binran.ru/resursy/informatsionnyye-resursy/tekuschie-proekty/botatlas/> (дата последнего обращения: 12.12.2019).
 15. Russia Plant Hardiness Zone Map: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.plantmaps.com/interactive-russia-plant-hardiness-zone-map-celsius.php> (дата последнего обращения: 09.11.2019).
 16. Green Infrastructure Design Guidelines and Requirements Packet: [Электронный ресурс]. URL: http://phillywatersheds.org/doc/GSI/GSI_Design_Requirements_&_Guidelines_Packet_10-22-2013.pdf (дата последнего обращения: 05.12.2019).
 17. National Wetland Plant List: [Электронный ресурс]. URL: <http://rsgisias.crrel.usece.army.mil/NWPL> (дата последнего обращения: 07.12.2019).
 18. Halophyte Database: [Электронный ресурс]. URL: www.usssl.ars.usda.gov/pls/caliche/Halophyte.query (дата последнего обращения: 08.12.2019).



Тимофеева Ирина Валерьевна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
преподаватель,
e-mail: ivtimofeyeva@itmo.ru



Кустикова Марина Александровна
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., доцент,
e-mail: makustikova@itmo.ru

УДК 504.05

АНТРОПОГЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В КОМПОНЕНТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

И.В. Тимофеева

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

Аннотация

В статье рассмотрены антропогенные углеводороды, пути их поступления и миграции в окружающей среде. Приведены потенциальные природно-экологические риски, сопряженные с поступлением и аккумуляцией углеводородных загрязнителей в почве, атмосфере, гидросфере и биоте.

Ключевые слова

Углеводороды, пластик, микропластик, антропогенные факторы, экологические риски, окружающая среда.

Интерес к исследованию углеводородов в значительной степени в XX веке обусловлен нефтяным загрязнением морских акваторий, так как на их долю приходится до 95 % нефти и нефтепродуктов [1], но экологической проблемой XXI века стал антропогенный углеводород – пластик. Производство синтетических пластмасс основано на реакциях полимеризации, поликонденсации или полиприсоединения низкомолекулярных веществ, выделяемых из нефти [2]. Под воздействием УФ-излучения, температуры и других физических факторов постепенно происходит деструкция полимеров, с образованием микропластика, который способен мигрировать и накапливаться в компонентах окружающей среды [3]. Если проблема загрязнения нефтепродуктами ассоциирована с нефтяной промышленностью, то загрязнение окружающей среды пластиком – личный вклад каждого человека на планете.

Обнаружение микропластиковых частиц в окружающей среде обострило актуальность проблемы пластикового загрязнения в целом и привело к развитию интереса исследователей всего мира. Кроме вторичного микропластика,

образовавшегося в результате разрушения пластиковых предметов, выделяют и первичный, попавший в окружающую среду в исходном виде [4]. Первичный микропластик – пластиковые гранулы и микрогранулы (микро- и наносферы, микро- и нанокапсулы), применяющиеся в производстве в качестве сырья и в косметической промышленности [5].

Значительная часть пластикового загрязнения составляют фрагменты синтетических тканей, поступающие в водные объекты после стирки и в атмосферу при носке, частицы резиновых автомобильных шин, содержащихся в городской пыли, и твердые бытовые отходы [2].

Микрочастицы пластиков поступающие в атмосферу могут выступать в качестве ядер конденсации. Конденсация на ядрах с радиусами порядка $10^{-7} - 10^{-5}$ м происходит без существенного перенасыщения. Частицы пластиков – устойчивые соединения, которое длительное время могут находиться в составе аэрозолей, переноситься воздушными потоками на дальние расстояния, а также с осадками поступать в почвы и водные объекты.

В почвах частицы размером $10^{-9} - 10^{-7}$ м включены в коллоидные системы. Коллоидные примеси из атмосферных осадков представляют собой очень мелкие агрегаты, благодаря большой удельной поверхности они обладают значительной поверхностной энергией и высокой адсорбционной емкостью. Микропластиковые частицы способны адсорбировать на своей поверхности многие загрязняющие вещества, таким образом, аккумулируя их. Данный факт негативно сказывается как на росте и развитии растительности, так и на педофауне [6]. Почвообразование без живых организмов, особенно мезофауны, которая выполняет очень важную функцию по измельчению органической массы и её превращению в гумус, не возможна. В случае сокращения численности дождевых червей и энхитреид, почва постепенно разрушится, потеряет органическое вещество, снизится урожайность.

Из почв микропластик поступает в подземные и поверхностные воды. Маргинальные фильтры в зонах смешения речных и морских вод в устьях рек флокулируют и коагулируют значительную часть растворенных (коллоидных) и взвешенных веществ. Кроме седиментации и сорбции происходит биоассимиляция и биофильтрация. Благодаря маргинальному фильтру в этой зоне откладывается до 95% взвешенных и около 40% коллоидных веществ речного стока, включая микропластик [7, 8].

Микрочастицы пластика имеют широкий спектр размерных групп и низкую плотность, в результате чего многие активно питающиеся живые организмы воспринимают их как источник пищи, а организмы с пассивным типом питания, например, фильтраторы, вынуждены поглощать пластик из среды. Поскольку пластик не расщепляется их ферментативной системой, само по себе проглатывание пластика представляет угрозу для них и может вызывать летальный исход. Особое опасение вызывает адсорбционная способность пластиков и поступление с частицами в организм высоких доз загрязнителей. В исследованиях также отмечается высокая вероятность ассимиляции и миграции пластикового микропластика по трофическим цепям, включая человека [9, 10].

Таким образом, несмотря на то, что Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) не считает микропластик угрозой здоровью человека [11], наличие частиц микропластика в окружающей среде может привести к нарушениям потоков вещества и энергии в экосистемах. Изменения в биосфере могут сделать ее непригодной для обитания некоторых видов, включая человека.

Потенциальные природно-экологические риски поступления антропогенных углеводородов компоненты окружающей среды:

1. Содержание пластиковых частиц в почвах и гидросфере приведет к изменению их физико-химических свойств.

2. Высокая концентрация микропластиков в атмосфере способно влиять на микроклиматические процессы.

3. Участие частиц синтетических полимеров в трофических сетях и их нахождение в окружающей среде может привести к дестабилизации биоты, утрате целостности экосистем и их способности поддерживать важнейшие характеристики среды.

Выводы:

За недолгое историческое время существования антропогенные углеводороды превратились в глобальную экологическую проблему угрожающую многим биологическим видам. Пластик на сегодняшний день является одним из наиболее востребованных материалов и используется практически во всех областях промышленности. Производство пластиков ежегодно расширяется, но переработка и вторичное использование несоизмеримо меньше. Пластик идентифицирован во всех компонентах окружающей среды, частицы различного размера мигрируют в биогеоценозе и накапливаются в донных отложениях. Необходимо регулирование обращения с пластиком на законодательном уровне, т.к. природно-экологические, социально-экологические и экономо-экологические риски могут оказаться существенными и неуправляемыми.

Литература

1. Немировская И.А., Трубкин И.П. Антропогенные и природные углеводороды в воде и взвеси Арктических морей // Система Белого моря. М.: Научный мир. 2013. Т. 3. С. 438–470.
2. Клещенков А.В., Филатова Т.Б. Микропластик – проблема планетарного масштаба // Научный альманах стран Причерноморья. 2019. Т.1. №201.
3. Akdogan Z., Guven B. Microplastics in the environment: A critical review of current understanding and identification of future research needs // Environmental Pollution. 2019. V. 254 A. – 113011.
4. Ivar do Sul J.A., Costa M.F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment // Environmental Pollution. 2014. V. 185. P. 352–364.
5. Plastic in Cosmetics. / UNEP. 2015. 33 p.
6. Rilling M.C. Microplastic in terrestrial ecosystems and the soil? // Environ. Sci. Technol. 2012. V. 46. P. 6453–6454.
7. Browne M.A., Crump P., Niven S.J. et al. Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks // Environ. Sci. Technol. 2011. V. 45. P. 9175–9179.
8. Лисицын А.П. Маргинальный фильтр океанов // Океанология. 1994. Т.34. №5. С 735-747.
9. Саванина Я.В., Барский Е.Л., Фомина И.А., Лобакова Е.С. Загрязнение водной среды микропластиком: воздействие на биологические объекты, очистка // ИТНОУ: информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2019. №2. С.54-57.
10. Browne M.A., Niven S.J., Galloway T.S., Rowland S.J., Thompson R.C. Microplastic Moves Pollutants and Additives to Worms, Reducing Functions Linked to Health and Biodiversity // Current Biology. 2013. V. 23 (23). P. 2388-2392.
11. Microplastics in drinking-water. Geneva: World Health Organization. 2019. 92 p.



Токбаева Асемгуль Амамбаевна

Год рождения: 1998

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы № Т41151с,

направление подготовки: 19.04.01 – Биотехнология,

e-mail: asematok@gmail.com



Баракова Надежда Васильевна

Год рождения: 1954

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.т.н., доцент,

e-mail: barakova@corp.ifmo.ru

УДК 663.14.039.3

**ВЛИЯНИЕ СОКА БОРЩЕВИКА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ
СОСТОЯНИЕ СПИРТОВЫХ ДРОЖЖЕЙ**

А.А. Токбаева

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

В работе исследовали влияние сока борщевика Сосновского на бродильную активность спиртовых дрожжей. Для исследования использовали три штамма дрожжей: DistilaMax DS, Fermiol, Thermosacc. В качестве сбраживаемого субстрата использовали сок борщевика с разным содержанием сухих веществ – 6% и 3%, позитивного контроля – 6% раствор сахарозы, отрицательного – воду. Выделение наибольшего количества диоксида углерода наблюдалось при сбраживании сока с 3% и 6% СВ штаммом DistilaMax DS при дозировке 1:10.

Ключевые слова

Сок борщевика, спиртовые дрожжи, бродильная активность дрожжей.

Борщевик Сосновского нарушает естественную экосистему луговых сообществ в Центральной России, поэтому подлежит устранению. При этом образуется растительная масса, содержащая сок, богатый углеводами (D-глюкоза, D-галактоза, D-манноза); минералами, в том числе кальцием и фосфором, аскорбиновой и фолиевой кислотами. Известно, что все эти компоненты положительно влияют на физиологическое состояние дрожжей [1, 2]. Поэтому сок борщевика можно рассматривать как сырье для получения биоэтанола спиртовым брожением.

Спиртовые дрожжи применяются для сбраживания различных питательных сред, содержащих сахара. В состав питательных сред помимо сахаров должны входить

компоненты азотистого питания и минеральные вещества. Сок борщевика отвечает этим требованиям, но также содержит фуранокумарины, которые могут оказывать токсическое действие на дрожжи, ингибируя их бродильную активность, и таким образом препятствовать получению биоэтанола из данного сырья [1, 2].

Бродильная активность является одним из показателей физиологического состояния дрожжей, характеризующего их способность противостоять стрессовым факторам. Физиологическое состояние дрожжей меняется в зависимости от состава питательной среды и концентрации сбраживаемых углеводов. Поэтому бродильная активность как показатель физиологического состояния определяется измерением скорости утилизации углеводов или высвобождения диоксида углерода [3].

Физиологическое состояние дрожжей в процессе спиртового брожения зависит от штаммовых особенностей, от концентрации сухих веществ в сусле и от дозировки дрожжей. Все вышеперечисленное определяет устойчивость дрожжей к негативному воздействию среды: высокой токсичности или неоптимальному углеводному составу.

Учитывая потенциальную пригодность сока борщевика к получению спирта, актуально провести эксперимент по сбраживанию сока. Необходимо определить наиболее подходящий для этой цели штамм дрожжей и их дозировку, а также оценить влияние состава сока борщевика и его токсических факторов на бродильную активность спиртовых дрожжей.

Для этого следовало получить сок борщевика и провести его сбраживание спиртовыми дрожжами различных штаммов с различной дозировкой.

Сок приготавливался из измельченных листьев и стеблей борщевика, хранившихся в морозильной камере при температуре -18°C . Помимо сока с содержанием сухих веществ 6% применялся разбавленный сок с 3% СВ. В качестве позитивного контроля использовался 6% раствор сахарозы, отрицательного – вода. Для сбраживания применялись штаммы дрожжей Lallemand DistilaMax DS, DSM Fermiol, Alltech Thermosacc, которые в настоящее время наиболее часто применяются в спиртовом производстве.

В чашке Петри смешивали 1 см^3 субстрата и 1 см^3 суспензии, приготовленной из сухих дрожжей всех штаммов и воды в соотношении 1:10, 1:50, 1:100. Получившуюся смесь объемом 2 см^3 набирали в одноразовые медицинские шприцы объемом 10 см^3 . Открытый конец шприца запаивали и перемешивали растворы пятикратным переворачиванием шприцов. Инкубировали суспензии при 30°C в течение 24 часов [4].

Бродильную активность спиртовых дрожжей оценивали по количеству выделившегося диоксида углерода, которое можно принять прямо пропорциональным высоте поднятия поршня шприца [4].

Оценивалась бродильная активность всех штаммов при сбраживании растворов сахарозы с 6% СВ и сока борщевика с 3% и 6% СВ при разной дозировке дрожжей.

При использовании 6% растворов сахарозы (позитивного контроля) наибольшая бродильная активность проявлялась штаммом Fermiol при дозировке 1:50. Динамика выделения диоксида углерода в процессе спиртового брожения при сбраживании 6% раствора сахарозы представлена на рис. 1.

Также оценивалась динамика выделения диоксида углерода в образцах отрицательного контроля (вода). Данные представлены в таблице.

Таблица

Выделение диоксида углерода спиртовыми дрожжами в образцах отрицательного контроля

Штамм	Время, ч					
	0	1	2	3	4	24
DistilaMax DS	0,0	0,0	0,5	0,5	2,0	2,0
Fermiol	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	1,0
Thermosacc	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

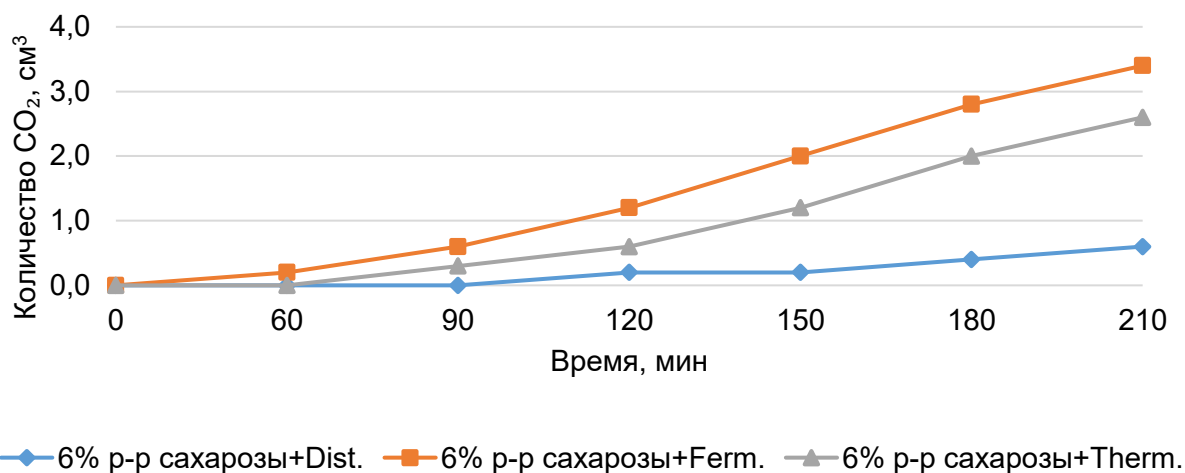


Рис. 1. Выделение диоксида углерода спиртовыми дрожжами в концентрации 1:50

Было отмечено незначительное выделение диоксида углерода у штаммов DistilaMax DS и Fermiol и отсутствие активности у штамма Thermosacc.

Далее оценивалась бродительная активность всех штаммов при сбраживании сока борщевика с содержанием СВ 3% и 6% и дозировкой дрожжей 1:10. Отмечено увеличение количества углекислого газа, выделенного штаммами DistilaMax и Thermosacc, и замедленное образование диоксида углерода дрожжами Fermiol. Наибольшая активность проявлялась штаммом DistilaMax: через 24 часа количество выделившегося диоксида углерода составляло 3,8 мл при сбраживании сока с содержанием сухих веществ как 3%, так и 6%. Наименьшую бродительную активность в этом эксперименте проявлял штамм Fermiol (рис. 2).

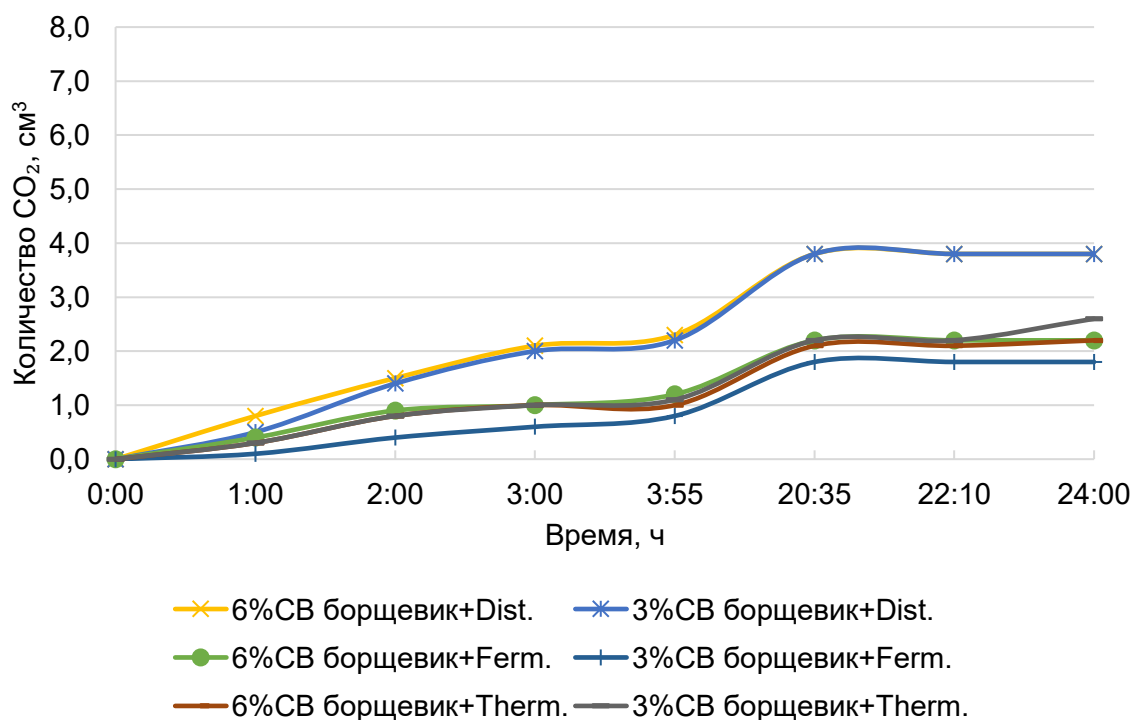


Рис. 2. Выделение диоксида углерода спиртовыми дрожжами в дозировке 1:10

Данный опыт также показал, что дрожжи при данной дозировке устойчивы к токсичному действию компонентов сока борщевика.

Выводы

Установлено, что для сбраживания сока борщевика рекомендуется использовать спиртовые дрожжи DistilaMax DS в дозировке 1:10, так как эти дрожжи при данной дозировке проявляют наибольшую бродильную активность и наиболее устойчивы к токсичному действию сока борщевика.

Полученные результаты демонстрируют возможность сбраживания сока борщевика установленным штаммом дрожжей с дозировкой 1:10 и могут использоваться при разработке технологии получения биоэтанола из борщевика.

Литература

1. Shakhmatov E.G. Structural characteristics of water-soluble polysaccharides from *Heracleum sosnowskyi* Manden. / E.G. Shakhmatov, P.V. Toukach, S.P. Kuznetsov, E.N. Makarova // Carbohydrate polymers. 2014. Т. 102. Р. 521-528.
2. Далькэ И. Полезные свойства борщевика [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://proborshevik.ru/archives/866>. Дата обращения: 15.01.2020.
3. Меледина Т.В., Давыденко С.Г. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Морфология, химический состав, метаболизм: Учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО. 2015. 88 с.
4. Давыденко С.Г. Создание и применение нового экспресс-метода оценки качества семенных дрожжей / С.Г. Давыденко // Пиво и напитки. 2012. № 5. С. 20-23.



Толкунова Юлия Игоревна

Год рождения: 1997

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
магистр,

направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство,

e-mail: purparr@gmail.com



Сергиенко Ольга Ивановна

Год рождения: 1957

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент,

e-mail: oisergienko@itmo.ru

УДК 658.5

**ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ
МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ
ЛАБОРАТОРИИ НА ОСНОВЕ IT ТЕХНОЛОГИИ**

Ю.И. Толкунова

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

Работа выполнена в рамках НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

Состояние испытательных лабораторий значительно влияет на результаты экономической деятельности любой организации. При помощи лабораторной информационной менеджмент-системы можно добиться эффективного функционирования и максимального контроля качества испытательной лаборатории во всех сферах ее деятельности, обеспечения и проверки исполнения требований, предъявляемых к компетентности работников. В свою очередь, применение IT-технологий приводит к снижению затрат испытательной лаборатории и повышению доходов организации. В статье приводится опыт разработки и внедрения системы менеджмента качества испытательной лаборатории на базе лабораторной информационной менеджмент системы.

Ключевые слова

Система менеджмента качества, лабораторная информационная система, испытательная лаборатория, автоматизация процессов, эффективность, экономика, контроль качества.

Многие компании пришли к пониманию того, что качество — один из главных факторов, определяющих успех в конкурентной борьбе. В современных условиях невозможно добиться качества без информатизации процесса управления и контроля качества в лабораториях. В деятельности испытательной лаборатории (ИЛ) эффективность работы сотрудников оказывается на недостаточно высоком уровне в связи с нехваткой необходимого информационного обеспечения, и управление качеством ИЛ зачастую не соответствует современным требованиям. В таких условиях на передний план выходят лабораторные информационные менеджмент системы (ЛИМС), позволяющие с максимальной эффективностью реализовать потенциал ИЛ.

Главной задачей системы качества лаборатории является создание и стабильное воспроизведение необходимых условий для получения точной информации о значениях, относящихся к качеству и безопасности продукции при испытаниях установленными методами и оценки соответствия этих показателей установленным требованиям.

Система менеджмента качества (СМК) лаборатории разрабатывается и внедряется на основе требований национальных стандартов, а также международного стандарта ISO/IEC 17025. В процессе разработки и внедрения СМК в ИЛ необходимо учесть специфику работы лаборатории, результатов ее деятельности, а также показатели качества продукции лаборатории. Очевидно, что основным видом продукции ИЛ являются результаты исследовательской деятельности, для которых должны быть разработаны показатели качества [1].

Графическое изображение процессов (этапов, фаз) жизненного цикла продукции испытательной лаборатории в виде петли качества (рис. 1) базируется на восьми принципах менеджмента качества: ориентация на потребителя, лидерство руководителя, вовлечение работников, процессный подход, системный подход к менеджменту, постоянное улучшение, принятие решений, основанное на фактах, взаимовыгодные отношения с поставщиками.



Рис. 1. Жизненный цикл продукции испытательной лаборатории

Процессы СМК ИЛ (рис. 2) представляют замкнутую систему с обратной связью. Объектом управления является «Реализация методик выполнения испытаний в рамках области аккредитации». Одним из главных компонентов ИТ системы является автоматическое регулирование процессов СМК в лаборатории, его аналогом считается процесс «Ответственность руководства» [2].

Обеспеченность лаборатории необходимыми ресурсами, своевременное и беспорядочное оформление документации, взаимодействие с органами по сертификации и др. заинтересованными сторонами все эти функции в рамках СМК можно выполнять с помощью лабораторной информационной системы. Система ЛИМС обеспечивает ИЛ аналитическим контролем и мониторингом процессов.

Первые коммерческие ЛИМС (1G LIMS) были предложены в 1982 году в США, они размещались на миникомпьютерах и представляли собой отдельные автоматизированные рабочие места.

В настоящее время системы управления информацией предназначены для обеспечения не только целостности и качества лабораторного производства, но и административного управления всеми процессами в учреждении, а также эффективного взаимодействия с клиентами и регулирующими организациями [3].

Все лабораторные информационные менеджмент системы должны соответствовать ГОСТ 53798-2010 "Стандартное руководство по лабораторным информационным менеджмент-системам (ЛИМС)". Обеспечение контроля и мониторинга процессов работы лаборатории, включая комплексные экспертные лабораторные работы с электронным лабораторным журналом также являются важной функцией ЛИМС, необходимой для деятельности лаборатории.

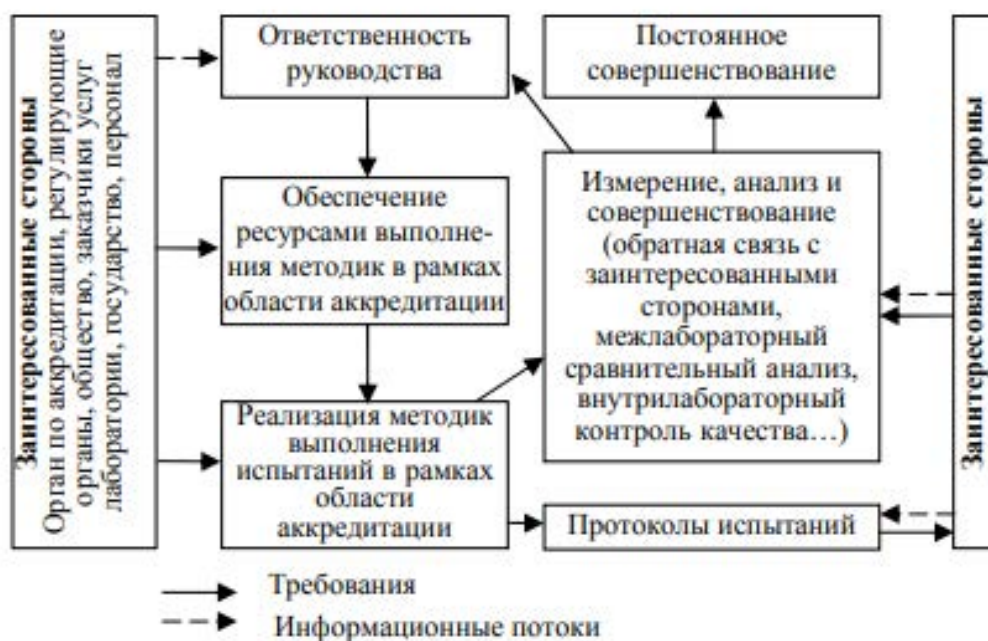


Рис. 2. Модель системы менеджмента испытательной лаборатории в рамках ИСО/МЭК 17025:2005

За счет ЛИМС повышается эффективность работы лаборатории, демонстрируя работникам и клиентам соблюдение условий контроля качества продукции. ЛИМС обладает возможностью интегрировать данные в любую внутреннюю систему менеджмента предприятия, например в диспетчерские системы, системы планирования ресурсов и др. Это возможно благодаря тому, что ЛИМС собирает данные об испытаниях, как качественных, так и количественных, и характеристиках объектов контроля [4, 5].

На рис. 3 показаны проблемы внедрения системы менеджмента качества в испытательной лаборатории в виде диаграммы Исикавы. Как показывает опыт разработки и внедрения СМК в испытательной лаборатории проблемы чаще всего связаны как с несвоевременностью закупки реактивов и стандартных образцов,

обновления методик, поверки и технического обслуживания средств измерений, так и с неэффективной работой персонала.



Рис. 3. Проблемы внедрения СМК в испытательной лаборатории

При внедрении ЛИМС в СМК испытательной лаборатории на одном из таможенных терминалов многие проблемы были решены и было реализовано эффективное функционирование СМК за счет автоматизации ряда процессов при запуске отладке шести блоков ЛИМС.

Блок 1 *Работа с заявками/заказчиками* собирает и систематизирует информацию, связанную с клиентской базой, от обработки поступившего заказа, до обратной связи и архивирования заказа.

Блок 2 *Заведующий лабораторией* собирает и систематизирует информацию о работниках лаборатории, испытательном оборудовании, средствах измерения, вспомогательном оборудовании, лабораторных помещениях, стандартных образцах и нормативных документах. В этом блоке осуществляется составление планов, графиков, отчетов, необходимых заведующему лабораторией.

Блок 3 *Лаборатория* позволяет автоматизировать процесс ведения записей (журналов), необходимых в ежедневной деятельности лаборатории, проводить контроль стабильности градуировочных характеристик, осуществлять внедрение методик, приготавливать аттестованные смеси, растворы, осуществлять поступление и входной контроль стандартных образцов, реактивов и др.

Блок 4 *Обработка результатов* используется при освоении новых методик (методов) измерения.

Блок 5 *Управление качеством* позволяет проводить внутрилабораторный контроль качества проводимых исследований (испытаний) и измерений всеми способами, предусмотренными РМГ 76-2014 «Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа».

Блок 6 *Специализация* осуществляет подготовку к проведению отбора проб и лабораторных исследований. Здесь осуществляется обработка полученных данных с последующим оформлением отчетов. Ведение системой ЛИМС лабораторных журналов значительно упрощает работу сотрудникам. Помимо этого, в данном блоке

проводится регистрация и хранение данных. Информация по справочным материалам включает необходимые ГОСТЫ и другие нормативные документы, методики, планы исследований, правила по отбору проб и образцов товаров в зависимости от их происхождения, акты о проведении измерений, рабочие листы, протоколы, контроль качества, ежедневное техническое обслуживание оборудования, протоколы измерений, приложение и др. [6].

При внедрении в испытательной лаборатории СМК возникает множество проблем, решить которые можно с помощью современной ЛИМС. Она позволяет легко автоматизировать процессы лаборатории, проводить мониторинг и осуществлять эффективное взаимодействие с клиентами и регулирующими организациями.

Литература

1. О техническом регулировании: № 184-ФЗ.
2. История метрологии, стандартизации, сертификации и управления качеством / С.В. Мищенко и др. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. 2004. 112 с.
3. Разработка лабораторной информационно управляющей системы 2006 / Терещенко О.В., Терещенко А.Г., Терещенко В.А., Янин А.М., Толстихина Т.В. 89с.
4. ГОСТ Р 54360-2011 Лабораторные информационные менеджмент-системы (ЛИМС). Стандартное руководство по валидации ЛИМС.
5. Опыт создания системы управления качеством в лабораториях на примере практики внедрения лабораторной информационной системы 2012 / Меркулов В.А., Сакаева И.В., Кошечкин К.А., Сбоев Г.А. 57 с.
6. Формирование, внедрение и практическое применение процессов системы менеджмента в испытательной лаборатории, ориентированной на производственную, коммерческую и образовательную сферы деятельности: монография / Аль-Бусаиди С.С.С., Соседов Г.А., Пономарев С.В. Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ». 2012. 120 с.



Тюрикова Екатерина Павловна

Год рождения: 1992

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,
аспирант,

направление подготовки: 05.11.13 – Приборы и методы
контроля природной среды, веществ, материалов и изделий,

e-mail: eptyurikova@itmo.ru



Кустикова Марина Александровна

Год рождения: 1958

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., доцент,

e-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 681.787, 681.785.5

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ
МЕТОДОВ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ В ОЦЕНКЕ
ЛИНЗОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ
ШИРОКОГО ПРОФИЛЯ**

Е.П. Тюрикова

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных система».

Аннотация

Статья посвящена вопросам интерференционной оптики для определения характеристик крупных линзовых компонент. Рассмотрены основные недостатки имеющихся технических решений для качественного анализа линзовых компонент телескопической оптики. Предложен алгоритм программы для расчета интерференционных полос при измерении в инфракрасной области спектра.

Ключевые слова

Спектроскопия, интерференция, инфракрасное излучение, телескопическая оптика.

В современном мире повсеместное применение нашли оптические приборы. Их универсальность и широкий спектр решаемых задач позволяют адаптировать подобные устройства под большое количество запросов. В зависимости от области применения, к оптическим приборам предъявляются определенные требования по точности и надежности. Выявление потенциальных отклонений от рабочих характеристик является вызовом на нынешний день. Так как в подавляющем количестве оптических приборов присутствуют линзовые компоненты, то возникает необходимость их оценки. Определение отклонения радиуса кривизны линз от заданных параметров и детектирование наличия в ее структуре оптических неоднородностей возможно с помощью интерференционных методов.

Под интерференцией понимают сложение в пространстве двух (или нескольких) волн, при котором в разных точках получается усиление или ослабление амплитуды результирующей волны [1]. Данный принцип реализован в спектральных приборах, построенных по таким классическим моделям, как интерферометр Фабри-Перо и интерферометр Майкельсона. Основными показателями в данных приборах является длина волны λ и показатель преломления n . С помощью интерферометров можно определять углы, длины волн, показатели прозрачности сред, просветление оптики, качество обработки поверхности.

Одной из перспективных областей, в которой возможно использовать спектральные интерференционные приборы, является телескопическая оптика. В разрезе космических телескопов, расположенных на околоземной орбите, вопрос определения отклонения изготовленного компонента от рассчитанного затрудняется габаритами. Для крупногабаритных линз остается вызов сканирования по всей поверхности и обработка данной информации.

Целью работы являлось изучение возможности оценки крупных линзовых компонентов оптических приборов с помощью интерференционных методов.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Провести аналитический обзор существующих решений по исследованию телескопических систем.
2. Сформировать перечень основных вызовов в области качественного анализа линзовых компонент.
3. Разработать предложение по решению поставленной проблемы, основываясь на запрашиваемых технических характеристиках
4. Предложить инструмент для помощи в реализации технического решения.

Был проведен патентный поиск решений в области анализа телескопической оптики. По результатам поиска были найдены модели и методы для качественного анализа телескопической оптики, однако они обладают такими недостатками, как невысокая точность контроля юстировки телескопических систем [2]. Также выделяли вопрос использования подобных интерферометров для работы с крупногабаритными линзовыми компонентами. Дополнительные трудности вносит вопрос испытания телескопической оптики в условиях, идентичных нахождению в открытом космосе, и спектральные исследования в подобных условиях.

Для уменьшения погрешностей съятия изображения при работе на интерферометре, было использовано использовать инфракрасную область спектра. В данной области возможно работать с большим количеством лазеров в качестве источника излучения, таких как на монооксиде и диоксиде углерода, фтористом углероде и др. Использование инфракрасной области целесообразно для проверки работоспособности линз, предназначенных для работы в данном диапазоне, а также для выявления дополнительных погрешностей, невидимых в видимой области спектра. Исследование инфракрасных длин волн от звездных источников света являются перспективными областями, в отличие от исследований в видимой области спектра, так как данное излучение легче проходит сквозь ряд объектов, таких как межзвездная пыль [3] (рисунок).

Так как съятия результатов происходит в режиме реального времени, был предложен алгоритм нахождения энергетического центра съятого изображения в инфракрасной области спектра. С помощью программного обеспечения Matlab была сформирована программа, определяющая точку нахождения энергетического центра изображения и подсчета имеющихся на изображении полос. Анализ проводился по черно-белому изображению с определением наибольшего количества белых или черных пикселей (в зависимости от порядка интерференции), которому присваивалась позиция энергетического центра. После этого происходил процесс подсчета вдоль

изображения от точки энергетического центра к краю изображения смены черных и белых пикселей, что интерпретировалось как смена интерференционных полос. На выходе программа выдавала число интерференционных полос на изображении.



Рисунок. Процесс съятия интерференционной картины телескопической линзы в инфракрасном диапазоне

В результате работы был проведен аналитический обзор существующих решений по вопросу определения отклонения поверхности линзовых компонентов. Было предложено использование инфракрасной области спектра для увеличения точности съятия результатов. Был разработан алгоритм программы для определения энергетического центра съятого изображения.

В дальнейшем предполагается адаптировать программу для подсчета полос в режиме реального времени и возможность считать полосы при перемещении приемника по всей поверхности линзы.

Литература

1. Ландсберг Г.С. Оптика. Учеб. пособие: для вузов – 6-ое изд., стереот./ М: Физматлит. 2003. 848 с.
2. Пат. 2518844 Российская Федерация. Интерферометр для контроля телескопических систем и объективов.
3. Засов А.В. Инфракрасное небо/ Земля и вселенная – 2008. №4. С.3–15. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=10365483&>. Дата обр. 15.12.2019.



Устинов Константин Эдуардович

Год рождения: 1997

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

студент группы № W41511,

направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность,

e-mail: kasta.ustinov.97@mail.ru



Кустикова Марина Александровна

Год рождения: 1958

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

к.т.н., доцент,

e-mail: makustikova@itmo.ru

УДК 621.311.24:553.982.2

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ
НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПЛАТФОРМ**

К.Э. Устинов

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

Аннотация

В работе приведена основная информация о платформе гравитационного типа «Пильтун-Астохская-Б», характеристика района ее размещения, примерный список оборудования платформы, в наибольшей степени оказывающего влияние на объекты окружающей среды (ОС), проанализированы перспективы внедрения альтернативных источников энергии, в частности ветрогенераторов. Представлены результаты решения задачи обеспечения платформы энергией от альтернативных источников с целью снижения вредных выбросов в атмосферу.

Ключевые слова

Морские нефтедобывающие платформы, выбросы вредных веществ, ветроэнергетика.

Введение

Примерно треть мировых запасов углеводородов, депонированных в Мировом океане, сосредоточена на Российском шельфе. Для освоения этих запасов необходимы морские нефтедобывающие платформы – сложные энергозависимые комплексы и системы.

Использование на морских платформах дизельных и газовых генераторов для обеспечения автономной работы морских нефтегазовых сооружений вносит существенный вклад в загрязнение прилегающей территории, выбрасывая в атмосферу огромное количество вредных веществ.

Одним из путей снижения антропогенного загрязнения может стать внедрение альтернативных источников энергии на объектах нефтедобычи в шельфовой зоне [1].

Таким образом, определяется цель работы.

Анализ возможности использования альтернативной энергетики на платформах гравитационного типа «Пильтун-Астохская-Б».

Для осуществления цели нужно решить ряд задач:

- изучить информацию о платформе и районе ее размещения;
- рассмотреть оборудование с точки зрения воздействия на ОС;
- предложить варианты применения альтернативных источников энергии.

Пильтун-Астохское месторождение открыто в 1986 году, общие запасы составляют 634 млрд м³ газа и 182 млн тонн нефти, площадь 27 км². Месторождение находится в Охотском море, у побережья северо-восточной части о. Сахалин. Платформа установлена в 12 км от северо-восточного побережья о. Сахалин в открытом море на глубине 32 м.

Территория севера Сахалина отнесена к районам Крайнего Севера.

Погодные условия характеризуются как сложные:

- среднегодовая скорость ветра на побережье варьируется от 6 до 6,5 м/с;
- максимальная скорость ветра с севера и северо-запада зимой составляет от 7 м/с, с порывами 40 м/с;
- зимой- преобладающее направление ветра с З и СЗ; летом - Ю и ЮВ.
- движение господствующих ветров меняется 2 раза в год. (Зимой над материком высокое - антициклон, над Охотским морем - низкое т.е циклон, а летом - наоборот).

Указанные условия могут служить развитию альтернативных источников для энергоснабжения нефте- и газодобывающей платформы.

На платформе выявлено 28 источников загрязнения атмосферы, выделяющих в атмосферу загрязняющие вещества. Основные из них это оксиды азота, серы, углерода, сажа [2].

Для сокращения потребления топлива на платформе «Пильтун-Астохская-Б» предлагается применить ветрогенераторы номинальной мощностью 1 000 кВт.

Платформа находится недалеко от берега, поэтому целесообразно устанавливать ветрогенераторы на берегу, а выработанную электроэнергию передавать по кабелю, протянутому по дну. Размещение 30 таких установок позволит выработать за год 2,2 млн кВт·ч электроэнергии и сэкономить около 185,496 т дизельного топлива.

Климат севера Сахалина достаточно суров и в зимний период можно ожидать выход из строя подвижных частей установки, что, в свою очередь, приведет к снижению частоты вращения лопастей, а иногда и к поломке агрегата или его разрушению.

Чтобы повысить надежность установки, ее части производят из специального металла, используются морозостойкие смазки. При низких температурах спидометры ветра зачастую выдают неверные значения, вал не вращается, что ведет к спаду производительности установки. С целью повышения надежности ее работы необходимо применять ряд защитных мер:

- водоотталкивающее покрытие подвижных частей установки;
- электромеханическую систему торможения;
- антикоррозионное покрытие статора и ротора генератора;
- установка системы обогрева гондолы и датчиков скорости и направления ветра;
- своевременная поверка приборов резервирования датчиков параметров ветра;
- усовершенствованный корпус установки из морозоустойчивых материалов;
- деление конструкции на модули;
- использование суперконденсаторов;
- установка пульта управления в термостатированный контейнер [3].

Рассматриваемая территория не относится к территории вечной мерзлоты, поэтому установка фундамента для ветрогенератора не требует дополнительных трудоемких мероприятий. Кроме того необходимо учитывать относительно короткий летний период.

Помимо ветроэнергетики есть и другие виды альтернативных источников, которые можно внедрять для экономии топлива.

Рассматриваемая платформа находится в открытом море, имеет высокую интенсивность волнения что дает возможность использовать волновые энергоустановки (ВлЭУ) [4].

В ходе работы были рассмотрены варианты сокращения потребления топлива за счет установки альтернативных источников энергии, а также снижения загрязнения атмосферы.

Предложенные варианты использования альтернативной энергетики на платформах позволяют существенно сократить потребление дизельного топлива в период эксплуатации платформы. Однако, чтобы перейти на альтернативные источники энергии, как на основной способ питания, необходимо постоянно развивать данные системы путем увеличения числа установок и выбора оптимального вида альтернативного источника в зависимости от географического расположения объекта и климатических особенностей региона расположения.

В рассмотренном случае целесообразно внедрить ветрогенераторы, так как местность обладает благоприятными климатическими условиями, пригодными для их эксплуатации.

Литература

1. Виноградов М.А. Альтернативная энергетика. Физические основы. Учебное пособие / М.А. Виноградов. - Москва: Высшая школа. 2015. 138 с.
2. Филиппов А.В. Вредные химические вещества / А.В. Филиппов. М.: Книга по Требованию. 2012. 619 с.
3. Петров К.А., Селин В.А. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду: Учебно-методическое пособие. М.: МНЭПУ. 2003. 344 с.
4. Перспективные проекты размещения энергетических установок ВИЭ у морских платформ и на них [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https:// cyberleninka.ru/article/ n/perspektivnye-proekty-razmescheniya-energeticheskikh-ustanovok- vie-u-morskih-platform-i-na-nih](https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-proekty-razmescheniya-energeticheskikh-ustanovok-vie-u-morskih-platform-i-na-nih) (дата обращения: 09.12.2019).



Федорова Наталья Сергеевна

Год рождения: 1998
Университет ИТМО,
факультет информационных технологий
и программирования,
студент группы №Т3410,
направление подготовки: 19.03.03 – Продукты
питания животного происхождения,
e-mail: natashal22.fedorova@inbox.ru



Кременевская Марианна Игоревна

Год рождения: 1961
Университет ИТМО,
факультет информационных технологий
и программирования,
доцент, ординарный доцент,
e-mail: marianna.kremenevskaya@mail.ru

УДК 664.3.033

**СОЗДАНИЕ СВЯЗУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ С ПОВЫШЕННЫМ
СОДЕРЖАНИЕМ БАВ**

Н.С. Федорова

Научный руководитель – доцент, ординарный доцент М.И. Кременевская

Аннотация

В работе определены объекты исследования на основе анализа представленной на рынке линейке соусов для создания стабильной системы с учетом исследований основного сырья. Методом ИКС НПВО проведен спектроскопический анализ мякоти плодово-ягодного сырья и сравнительный анализ готовых соусов.

Ключевые слова

Плоды сливы Венгерки Пулковской и Аронии Черноплодной, разработка рецептур, белковая составляющая продукта, соусы, связующая система, БАВ.

Потребность в создании научных разработок, применимых в области сбережения сельскохозяйственных ресурсов, для производства новых полноценных продуктов питания является преобладающей в решении проблемы обеспечения населения продовольствием.

Исключительные свойства яйцепродуктов, связанные с их химическим составом, повышенными пенообразующими и эмульгирующими свойствами, широко используются в таких отраслях, как масложировой, кондитерской, мясо-, птице- и рыбоперерабатывающей. Разумное использование вторичных ресурсов пищевых предприятий является перспективным направлением для создания широкого спектра белоксодержащих систем.

Поэтому целью работы является создание стабильной связующей системы на основе побочных продуктов производств с добавлением органических растительных БАВ.

Вместе с пищей человек получает большинство биологически активных веществ, которые необходимы ему для нормальной жизнедеятельности; среди них — алкалоиды, гормоны и гормоноподобные соединения, витамины, микроэлементы, биогенные амины, нейромедиаторы. Все они обладают фармакологической активностью и многие служат ближайшими предшественниками сильнодействующих веществ, относящихся к фармакологии.

Для повышения биологической ценности соусной продукции были выбраны плоды сливы Венгерки Пулковской и Аронии черноплодной, широко представленные в Северо-Западном регионе, их химический состав очень богат и разнообразен. В плодах содержатся важные соединения, такие как пектин и лимонная кислота.

Пектины – растительные полисахаридные вещества, пищевые волокна. Используются как энтеросорбент для выведения токсинов, а также как структурирующий агент в пищевой промышленности. Пектин очень важен для стабилизации обмена веществ, он снижает содержание холестерина в организме, снижает содержание сахара в крови, улучшает перистальтику кишечника. Это водорастворимая клетчатка, которая связывает холестерин в кишечнике, тем самым предотвращая его всасывание в кровоток. Из-за содержания пищевых волокон он замедляет поглощение углеводов и сахара, что способствует предотвращению скачков уровня сахара в крови, которые приводят к нарушению толерантности к глюкозе, набору веса и диабету [1].

Лимонная кислота – трикарбоновая оксикислота. Она участвует в очищении организма от лишних солей, вредных отходов, шлаков, она оказывает положительное воздействие на пищеварительную систему, сжигает углеводы способствует планомерному снижению веса. Улучшает зрение, обладает противоопухолевыми свойствами. В целом, повышает иммунитет. Кроме того, она участвует в выведении токсинов [2].

Для определения наилучшего основного компонента, используемого в технологии соусов, проводили исследования физико-химическим методом абсорбционной спектrophотометрии на ИК –спектрометре.

Природные биологические материалы, к которым относятся объекты исследования, как правило, представляют собой сложные многокомпонентные и многообразные комплексы. Для большей наглядности и понимания языка спектров при их интерпретации ИК-спектры представителей биологических веществ трех основных классов (белки, липиды, углеводы, присутствующие во всех биологических тканях) – сухих образцов глюкозы, модифицированного яичного альбумина, полисахарида из семян льна и льняного масла. Белки в спектре проявляются парой характеристических и типичных полос в области $1680-1540\text{ см}^{-1}$. О принадлежности глюкозы к углеводам позволяет судить полоса с максимумом при 1000 см^{-1} . Одиночная структурированная полоса в спектре полисахарида в области поглощения протеинов ($1750-1500\text{ см}^{-1}$) принадлежит полипептидам, связанным с полисахаридной матрицей в составе пептид-полисахаридных комплексов. Высокочастотная полоса в области $3750-3020\text{ см}^{-1}$, присутствующая во всех спектрах за исключением льняного масла, может включать в свой состав валентные симметричные и асимметричные колебания NH- и OH-групп, в том числе и связанных молекул воды.

Поэтому при выборе основного сырья для разрабатываемой технологии соуса, было отдано предпочтение яичному белку, модифицированному в водном растворе химического реагента [3].

В мякоти сливы значительно больше полисахаридов (1030 см^{-1}), о чем говорит и интенсивный высокочастотный максимум. О наличии в сливе связанной воды отвечает волновое число $3750-3020\text{ см}^{-1}$.

Пик, отвечающий за загущающую способность находится в диапазоне $1750-1500\text{ см}^{-1}$.

О высоком содержании полисахаридов в соусе сливы говорят – высокочастотная полоса и полоса полисахаридов (1030 см^{-1}), а на присутствие кислот в соусе рябины указывают полосы СН₂-группировок и кислот.

Результаты исследования:

1. Экспериментальным путем установлено, что содержание веществ для разработки стабильной системы значительно выше при использовании плодов сливы Венгерки Пулковской.

2. Регулирование сахарокислотного индекса можно проводить за счет подбора соотношения плодово-ягодного сырья.

3. Значительное увеличения БАВ может быть достигнуто за счет использования Аронии черноплодной.

Литература

1. Просеков А.Ю. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения. Кемерово: Кемеровский государственный университет. 2019. 262 с.
2. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. Пищевая химия. 6-е изд., стер. СПб.: ГИОРД. 2015. 672 с.
3. Дьяконенко А.Н. Формирование потребительских свойств продовольственных товаров, содержащих яйцепродукты, полученные путем глубокой переработки куриного яйца: автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. физико-матем. наук. Мск.: ФГБОУ ВО МГУПП. 2014. 24 с.



Черепович Дарья Сергеевна

Год рождения: 1997

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы №Т41505с,

направление подготовки: 18.04.02 – Промышленная
экология и чистое производство,

e-mail: cherepovich97@mail.ru



Сергиенко Ольга Ивановна

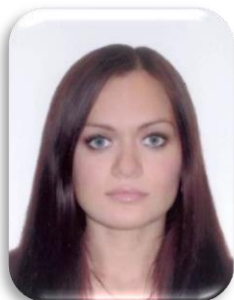
Год рождения: 1957

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

к.т.н., доцент,

e-mail: oisergienko@corp.ifmo.ru



Савоскула Виолетта Андреевна

Год рождения: 1988

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

старший преподаватель,

e-mail: raboti.ecology@gmail.com

УДК 502.35

**ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРИЛИВНОЙ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

Д.С. Черепович, О.И. Сергиенко, В.А. Савоскула

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

Научный консультант – старший преподаватель В.А. Савоскула

Работа выполнена в рамках НИР №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

Рассмотрены перспективы применения в России альтернативных источников энергии – приливных электростанций. Проведен анализ жизненного цикла и ресурсной эффективности приливной электростанции и оценены затраты в жизненном цикле на примере экспериментальной приливной электростанции на побережье Баренцева моря.

Ключевые слова

Альтернативные источники энергии (АИЭ), приливная электростанция (ПЭС), оценка жизненного цикла (ОЖЦ), ресурсная эффективность.

Рациональное применение ресурсов и замена на более дешевые и безопасные способы добычи электроэнергии – это выводы, к которым приводит осознание невосполнимости природных ресурсов, таких как природный газ, нефть и уголь, ресурсов составляющих большую долю среди прочих по добыче и использованию.

Одним из источников природной энергии является вода – гидроэлектростанции (ГЭС) строятся с прошлого века и генерируют огромное количество энергии, при этом оказывая большое влияние на экосистемы. Альтернативой энергии потока является энергия волн и приливов. Приливные электростанции могут стать хорошей заменой различным ГЭС по всему миру. Преимущества приливной электростанции (ПЭС) представлены в таб. 1.

Таблица 1

Преимущества и отличия ПЭС

Тип	Преимущества и отличия ПЭС
Тепловая электростанция	Нет вредных выбросов
Гидроэлектростанция	Не нужны искусственные водохранилища, гибнет меньше планктона
Атомная электростанция	Нет радиоактивного загрязнения
Волновые электростанции	Легче в обслуживании и долговечнее

Существует ряд проблем, связанных с функционированием приливных электростанций: высокая стоимость сооружений, большие объемы строительных работ, необходимость подстраиваться под естественный цикл приливов. Они решаются поиском новых методов производства, технологий и материалов.

Целью работы является выполнение оценки жизненного цикла (ОЖЦ) и анализа ресурсной эффективности (MIPS) приливной электростанции для выявления перспектив ее применения. В качестве объекта исследования выбрана единственная в России действующая приливная электростанция, которая находится в Кислой губе на побережье Баренцева моря, вблизи поселка Ура-Губа Мурманской области (рис. 1). В узкой части губы Кислая высота приливов достигает пяти метров, там и находится экспериментальная ПЭС, которая была пущена в 1968 году.

ПЭС была построена наплавным способом, современным и передовым для своего времени. Само здание было построено в доке рядом с Мурманском и затем отбуксировано в Кислую губу. Первоначальная мощность экспериментальной Кислогубской ПЭС была 0,4 МВт, после реконструкции в 2006 году мощность увеличилась до 1,7 МВт [3].

Для достижения поставленной цели были рассмотрены виды приливных электростанций (ПЭС), область их применения; определены методические подходы к оценке развития альтернативных источников энергии (АИЭ) и их эколого-экономической эффективности; проведен анализ жизненного цикла и ресурсной эффективности ПЭС; а также оценены затраты жизненного цикла ПЭС.

Результаты инвентаризационного анализа производственной системы представлены в таб. 2 [2, 4].

На основании исходных данных и выполненных расчетов были определены показатели MIPS (рис. 1, 2, 3) [1].

Таблица 2

Входные и выходные потоки каждой стадии жизненного цикла ПЭС

Входящие Потоки	Стадия	Исходящие Потоки
Бетон, арматура	Строительство дока и цехов	Отходы производства товарного бетона и сухих бетонных смесей
Бетонная смесь	Бетонирование блоков	Отходы производства товарного бетона и сухих бетонных смесей
Древесина	Опалубка	отходы опалубки, загрязненной бетоном
Суффозионно-устойчивый песчано-гравийный грунт	Отсыпка подводных оснований	Взвесь
Буксиры, дизельное топливо	Перегон блоков	CO ₂ от дизеля
Гидроагрегаты	Установка гидроагрегатов	Лом черных и цветных металлов
Инвентарь, расходные материалы	Эксплуатация	Отработанное масло, Лампы ртутные, ветошь промасленная, масса отходов на 1 человека

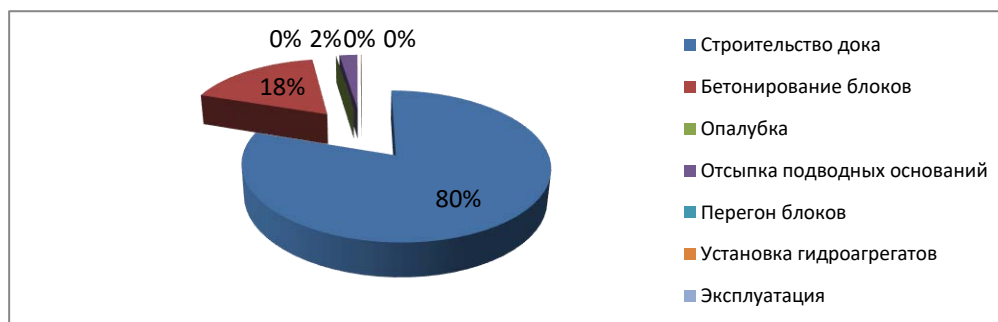


Рис. 1. Анализ материального потребления по стадиям жизненного цикла приливной электростанции

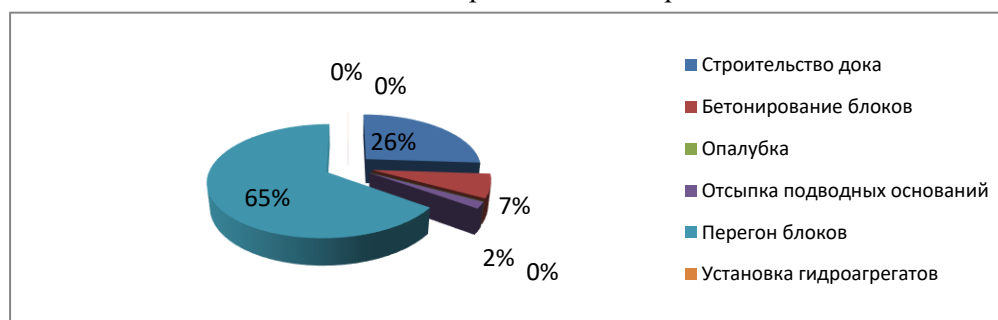


Рис. 2. Структура входного потока абиотических ресурсов по стадиям жизненного цикла приливной электростанции

Значительный вклад в потребление абиотических ресурсов делают стадии перегона блоков, строительства и бетонирования (рис. 2).

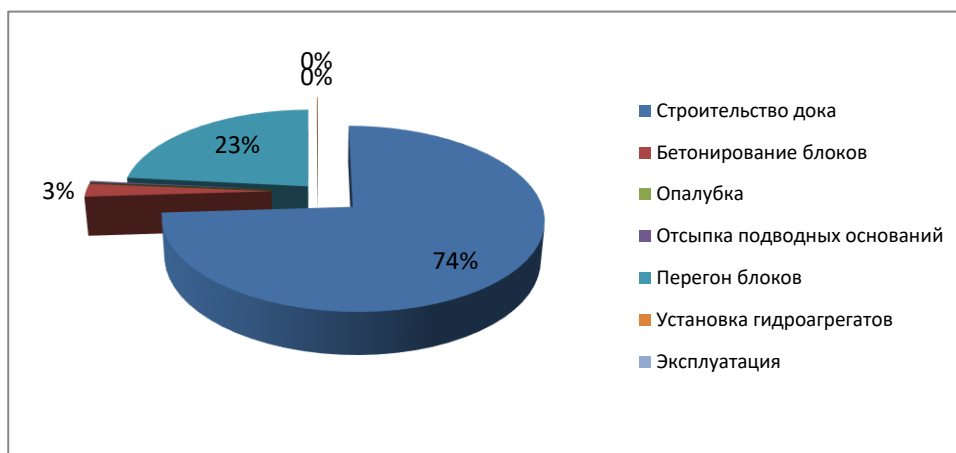


Рис. 3. Структура потребления водных ресурсов жизненного цикла приливной электростанции

Диаграмма на рис. 3 показывает, что стадии, связанные с производством бетона и формированием блоков, являются основными потребителями водных ресурсов. Общий вывод – строительство дока и перегон блоков являются наиболее ресурсо-затратными этапами в ЖЦ ПЭС.

На рис. 4 представлен график соотношения потребляемых ресурсов на каждой стадии ЖЦ ПЭС.

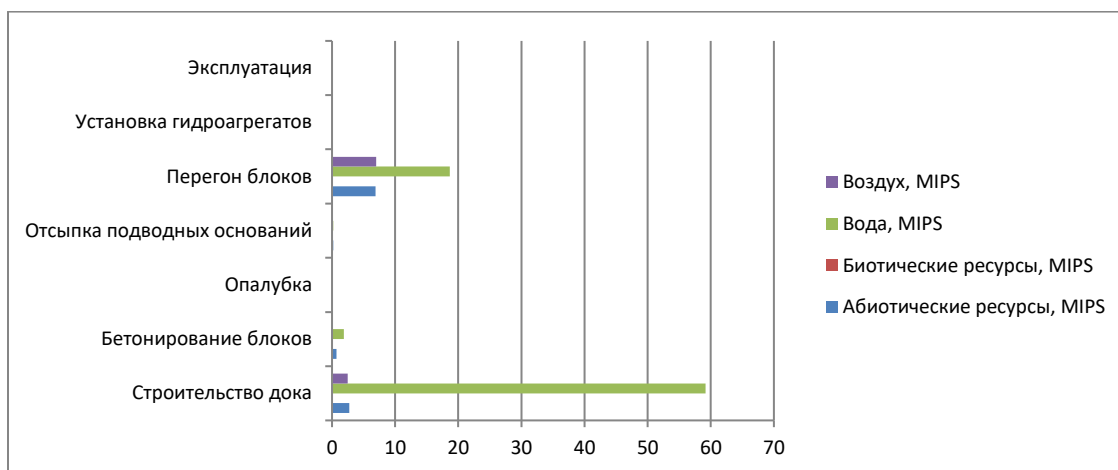


Рис. 4. Входные потоки производственной системы приливной электростанции

Проанализировав график можно сделать вывод, что самый потребляемый ресурс – это вода, и воды расходуется больше всего на стадиях строительства, бетонирования и перегонки блоков. Воздух и абиотические ресурсы нужны в основном для стадий перегонки блоков.

На рис. 5 график соотношения воздействия выходных потоков на каждой стадии ЖЦ ПЭС.

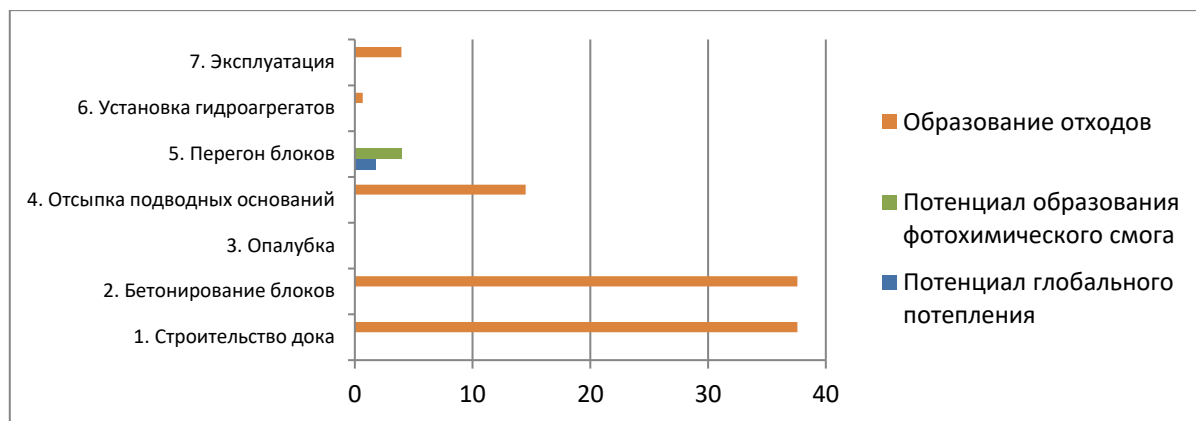


Рис. 5. Показатели категорий воздействия производственной системы приливной электростанции

Из данного графика видно, что на стадии перегонки блоков основное влияние на окружающую среду оказывают потенциал образования фотохимического смога и глобального потепления из-за использования дизельного топлива в буксирах-толкачах.

На остальных стадиях в основном образуются отходы, которые свозятся на полигон, что повлияет на состояние почв.

По результатам ОЖЦ и MIPS анализов можно сделать вывод, что на всех стадиях жизненного цикла ПЭС наиболее ресурсоемкими и в большей степени воздействующими на состояние окружающей среды являются стадия транспортировки блоков до местоположения ПЭС в устье Кислой губы, производство блоков и в меньшей степени эксплуатации.

На данный момент заморозка строительства новых приливных электростанций обусловлена высокими затратами, а самое главное - малой развитостью применения альтернативных источников энергии, в частности ПЭС, в России.

Но у приливных электростанций большое будущее, ведь за счет низкой себестоимости получаемого электричества они могут быстро окупаться, при этом затрачивая минимальное количество ресурсов и как следствие небольшое количество отходов. Влияние на экологию в сравнение с другими электростанциями намного меньше, углеродного следа нет во время работы, только на стадии транспортировки, но он небольшой и единоразовый. Таким образом, можно сделать вывод, что влияние на экологию в сравнение с другими электростанциями намного меньше, углеродного следа нет во время работы, только на стадии транспортировки.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 14043-2001 Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Интерпретация жизненного цикла.
2. Бернштейн Л.Б., Гаврилов В.Г., Усачев И.Н. и др. Кислогубская приливная электростанция. М.: Энергия. 1972. С. 50-102.
3. Кислогубская ПЭС. Материал из Википедии – свободной энциклопедии [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кислогубская_ПЭС. Дата обр. 10.12.2019.
4. Проектно-конструкторское бюро СЕВМАШ/ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sevmash.ru/rus/proekt/pkb.html>. Дата обр. 10.12.2019.



Шаталова Юлия Станиславовна

Год рождения: 1998
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
магистрант,
направление подготовки: 20.04.01 – Техносферная безопасность,
e-mail: ShatalovaYuS@mail.ru



Кустиков Юрий Анатольевич

Год рождения: 1949
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., доцент,
e-mail: Y.A.Kustikov@vniim.ru

УДК 331.45

**РАЗРАБОТКА ОТРАСЛЕВЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ
ISO 45001:2018 НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВИАЦИОННОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ТРАВМАТИЗМА
Ю.С. Шаталова**

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю.А. Кустиков

Аннотация

В данной работе рассмотрен новый международный стандарт ISO 45001:2018 «Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда. Требования с руководством по применению», проводится сравнение с его «предшественником» OHSAS 18001:2007. Также определены рекомендации в составе четырех этапов по внедрению отраслевого документа, соответствующего требованиям стандарта, на предприятия авиационной промышленности, учитывая особенности отрасли.

Ключевые слова

Система управления охраной труда, травматизм, авиационная промышленность, ISO 45001:2018, OHSAS 18001:2007.

С развитием промышленных отраслей, острым остается вопрос по повышению безопасности на производстве. На данный момент наблюдается тенденция к снижению уровня травматизма, за 11 месяцев 2019 года произошло 4078 несчастных случаев с тяжелыми последствиями, что на 9% меньше, чем за аналогичный период в 2018 году (4479 несчастных случая). Для снижения уровня травматизма разработан международный стандарт ISO 45001:2018 «Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда. Требования с руководством по применению», и нацелен он на то, чтобы у организаций была возможность повышения уровня безопасности на рабочих местах и контроля рисков.

Целью работы является изучение нового стандарта ISO 45001:2018 и разработка рекомендаций по его внедрению на предприятия авиационной промышленности.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- анализ существующей ситуации с производственным травматизмом в России и мире, в частности в авиационной промышленности;
- изучение стандарта ISO 45001:2018 и выявление основных различий со стандартом OHSAS 18001:2007;
- разработка рекомендации по внедрению ISO 45001:2018 на предприятия авиационной промышленности.

В качестве информационной базы для написания данной работы была использована актуальная нормативно-законодательная база, труды отечественных и зарубежных авторов по производственному травматизму, в частности в авиационной промышленности, и по исследованию стандартов ISO 45001:2018 и OHSAS 18001:2007, материалы периодических изданий и материалы, подобранные по тематике работы из Интернета.

В Российской Федерации оценка безопасности производственной среды и трудового процесса основана на статистическом методе анализа, использующего в качестве сравнительных величин показатели о количестве зарегистрированных несчастных случаев и профессиональных заболеваний, а также о количестве рабочих мест с неблагоприятными условиями работы для здоровья. Данный метод не новый, впервые он был предложен в 1962 году на Международной конференции статистиков по труду, и на данный момент активно используется во всем мире. Использование статистических показателей будет правильным только при условии изучения как абсолютных, так и относительных величин. Иначе возможно получение некорректного вывода [1].

Так за 2013 год в России произошло меньше всего аварий по сравнению с другими странами Европы, изображенным на графике (рис. 1), однако в России уровень травматизма со смертельным исходом является самым высоким (рис. 2).

В России авиационная промышленность занимается разработкой и производством авиационной техники (самолетостроение, вертолетостроение) и является значительной отраслью машиностроения в стране [2]. За последние 5 лет в рассматриваемой отрасли прослеживается снижение общего уровня травматизма на 30%, тяжелых травм тоже стало существенно ниже, а именно на 19%. За 2018 год на предприятиях авиационной промышленности зафиксировано 433 несчастных случая, из них 43 с тяжелыми последствиями [3].

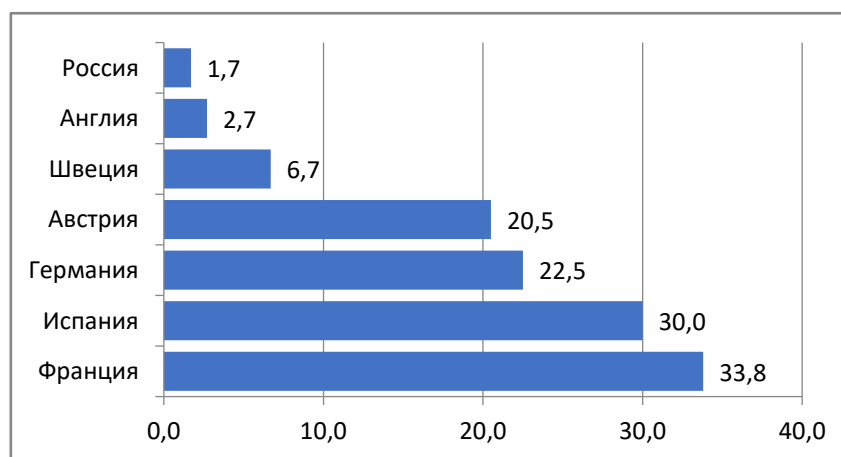


Рис. 1. Уровень общего производственного травматизма в России и странах Европы в 2013 г. (на 1000 работающих) [1]

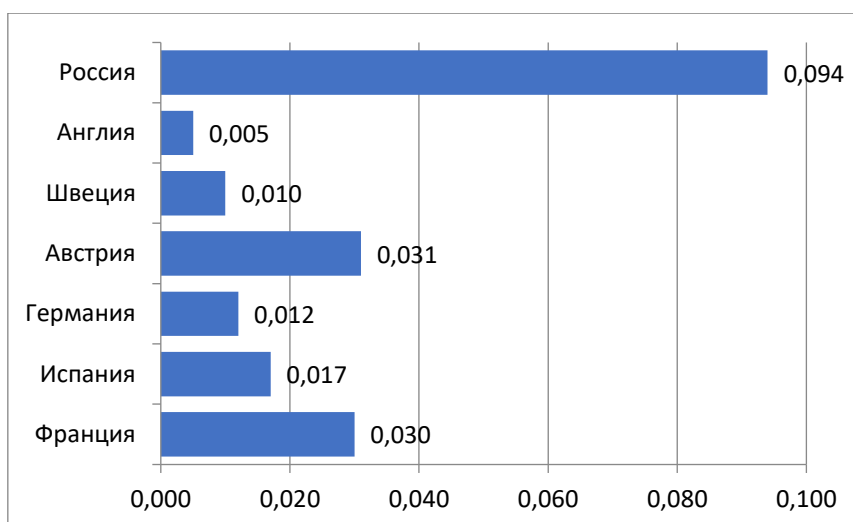


Рис. 2. Уровень производственного травматизма со смертельным исходом в России и странах Европы в 2013 г. (на 1000 работающих) [1]

Для борьбы с производственным травматизмом сформулирован новый стандарт ISO 45001:2018. Данный стандарт включает в себя единый набор международных требований, которые нацелены на помощь организациям в обеспечении защиты сотрудников от возможных несчастных случаев. Введение нового стандарта на предприятия будет способствовать поддержанию безопасной рабочей среды не только для персонала, но также и для посетителей организации за счет постоянного мониторинга и улучшения деятельности в области охраны здоровья и безопасности труда. Председатель проектного комитета Международной организации по сертификации Давид Смит занимался разработкой ISO 45001:2018, по его мнению, новый стандарт будет способствовать совершенствованию условий труда для огромного числа сотрудников: «Есть надежда, что ISO 45001:2018 приведет к серьезным преобразованиям в рабочей практике и снизит трагические последствия несчастных случаев и заболеваний, полученных на работе, по всему миру».

Проект стандарта основывается на стандарте OHSAS 18001:2007. Очевидно, что новый стандарт по большей части повторяет старый, потому что основная цель остаётся такой же. Однако существуют различия, которые заключаются в том, что ISO 45001:2018 сосредоточен на мониторинге и взаимодействии между организациями (организация должна строить свою деятельность с учетом заботы о безопасности сотрудничающих с ней поставщиков и заказчиков), когда OHSAS 18001:2007 направлен на предотвращение внутренних проблем (возможных угроз для здоровья) [4]. В противовес старому, новый стандарт динамичен в различных аспектах, так как более внимателен к современным правилам создания норм для систем менеджмента. ISO 45001:2018 основан на процессах, содержит мнения заинтересованных сторон, а также помимо рисков рассматривает еще и возможности. В свою очередь OHSAS 18001:2007 основан на процедурах, специализируется только на рисках и не учитывает мнения заинтересованных сторон. Также стоит добавить, что ISO 45001:2018 нацелен на повышение роли высшего руководства, об этом говорит разработанный отдельный раздел, и требует от начальства непрерывного контроля над системой безопасности труда и охраны здоровья.

Не каждый специалист самостоятельно сможет разобраться в алгоритме разработки системы управления охраной труда, определенной в этом стандарте, так как стандарт ISO 45001:2018 действительно сложен для понимания. Производственные предприятия авиастроительной промышленности являются сложными, так как отличаются большим разнообразием цехов, в которых реализуются различные

производственные процессы. Например, цеха механической обработки металлов, литейные, сварочные, цеха гальванических покрытий, сборочные цеха и др. Для помощи предприятиям по проектированию и внедрению системы управления охраной труда, рекомендуется разработка отраслевого документа, который позволит разобраться в порядке внедрения ISO 45001:2018, даст разъяснения основных понятий и алгоритмов внедрения.

На первом этапе разработки системы должен проводиться анализ существующей ситуации, а также должны оцениваться риски. Далее необходимо составить реестр выявленных рисков, выбрать те, которые должны быть устранены в первую очередь и разработать план мероприятий по их устранению.

На втором этапе идёт реализация намеченных мероприятий по устранению рисков. Осуществляется обучение сотрудников с целью достижения необходимой компетенции в области охраны труда. Также создаётся документация системы менеджмента охраны труда. В основном документе, регламентирующем работу всей системы управления охраной труда на предприятии, который разрабатывается предприятием, необходимо определиться с его структурой. Данный документ может быть оформлен в виде руководящего документа или в виде стандарта предприятия. Помимо этого, в предлагаемом документе необходимо определить рекомендации по совершенствованию организационной структуры управления охраной труда на предприятии.

На третьем этапе проводится оценка эффективности работы системы, ведется постоянный мониторинг выполнения планов и анализ ее работы руководителем предприятия. В результате анализа выявляются недостатки и несоответствия системы управления охраной труда требованиям ISO 45001:2018.

На четвертом этапе предприятия определяют, в каком направлении двигаться для улучшения работы системы. Могут быть применены следующие меры: улучшение условий труда, закупка безопасного оборудования, применение новых технологий с низким уровнем негативного воздействия на здоровье работников, модификация рабочих мест с учетом требований эргономики.

Также в отраслевом документе рекомендуется привести формулу расчета экономической эффективности проделанной работы по охране труда, которая будет складываться из роста выработки продукции, снижения выплат в фонд страхования от несчастных случаев и профессиональных заболеваний, снижения расходов на выплату льгот и компенсаций [5].

На производстве вследствие несчастных случаев и профессиональных заболеваний каждый день погибает большое количество людей. Такие случаи могли бы быть предотвращены в прошлом и их следует обязательно предотвратить в будущем. Стандарт ISO 45001:2018 разработан для помощи в достижении этой цели [4].

Разработка отраслевого документа по охране труда для предприятий авиационной промышленности, с учетом специфики отрасли, на основе рекомендаций ISO 45001:2018, позволит повысить результативность работы по охране труда, улучшить условия труда на предприятиях, приведёт к снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, снижению текучести высококвалифицированных кадров, росту производительности труда и повышению качества выпускаемой продукции.

Литература

1. Хадарцев А.А., Панарин В.М., Кашинцева Л.В., Маслова А.А., Митюшкина О.А К проблеме оценки производственного травматизма в России // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. № 4. С. 90-101.

2. Авиационная промышленность России [Электронный ресурс]//WIKI 2, 2019. URL: https://wiki2.org/ru/Авиационная_промышленность_России (дата обращения: 08.12.2019).
3. Производительность растёт - травматизм падает, если ты в спецодежде! [Электронный ресурс]//Комсомольская правда, 2019. URL: <https://www.spb.kp.ru/daily/27064/4132660/> (дата обращения: 10.12.2019).
4. Все, что нужно знать об ISO 45001 [Электронный ресурс]//ISO. URL: <https://www.iso.org/ru/home.html> (дата обращения: 11.12.2019).
5. Галкина Е.Е., Сорокин А.Е., Кабанов А.С., Ханецкий А.С. Разработка отраслевых рекомендаций по внедрению ISO 45001:2018 на предприятиях авиационной промышленности // Инновации и инвестиции. 2019. № 10. С. 327-332.



Шилин Александр Сергеевич

Год рождения: 1992
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
аспирант,
направление подготовки: 13.06.01 – Электро- и теплотехника,
e-mail: 0346440@mail.ru



Цыганков Александр Васильевич

Год рождения: 1954
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
д.т.н., профессор,
e-mail: kafedra-kv@yandex.ru



Лысёв Владимир Иванович

Год рождения: 1947
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., с.н.с.,
e-mail: kafedra-kv@yandex.ru



Рубцов Александр Константинович

Год рождения: 1963
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н., ассистент,
e-mail: kafedra-kv@yandex.ru

УДК 628.8

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ТЕПЛОМАССООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИИ**

А.С. Шилин, В.И. Лысёв, А.К. Рубцов

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

Повышение энергетической эффективности систем обеспечения микроклимата зданий и сооружений является актуальной задачей. Проведено экспериментальное исследование по определению параметров микроклимата помещения при нестационарных условиях наружного воздуха и тепловых нагрузках. Показаны зависимость изменения температуры воздуха в помещении и влияние системы приточно-вытяжной вентиляции на параметры микроклимата.

Ключевые слова

Энергетическая эффективность, энергосбережение, микроклимат помещений, тепломассообмен, экспериментальное исследование.

Для определения потенциала энергопотребления зданий и сооружений необходимо иметь полную и актуальную информацию о его энергетических показателях. Актуальность этого вопроса непосредственно связана с эффективностью использования ресурсов системами обеспечения микроклимата.

Определение энергетической эффективности на этапах проектирования или модернизации здания выполняется в соответствии нормативными документами. ГОСТ Р 55656-2013 [1] приводит указания и рекомендации по расчету годовых затрат энергии на поддержание микроклимата в помещениях здания при его отоплении и охлаждении.

На величину энергии, которую потребляют системы обеспечения микроклимата, влияют следующие факторы [2, 3]:

- нормируемые параметры микроклимата (температура, относительная влажность и подвижность воздуха в помещениях здания);
- архитектурно-строительные и теплотехнические характеристики здания;
- внутренние источники поступлений теплоты в помещения здания;
- расход наружного приточного воздуха;
- климатические параметры региона, в котором находится здание.

Учет прогнозируемых параметров наружного воздуха и величин тепловых нагрузок в помещениях зданий и сооружений позволяет определить оптимальную схему обработки воздуха, подобрать необходимое оборудование систем обеспечения микроклимата и задать оптимальный режим их функционирования, что способствует повышению энергетической эффективности зданий и сооружений, и, как следствие, уменьшению потребления природных ресурсов.

С целью определения фактического изменения параметров микроклимата помещения при переменных значениях тепловых нагрузок и нестационарных параметрах наружного воздуха была проведена серия экспериментальных исследований по определению величин тепловых потоков через ограждения.

Задачами экспериментально исследования являются:

- определение параметров наружного воздуха за время проведения эксперимента;
- определение градиента температур в объеме помещения;
- определение температур наружных и внутренних поверхностей ограждений;
- определение периода выхода параметров микроклимата помещения на стационарный режим при функционировании различных систем обеспечения микроклимата;
- обработка результатов экспериментального исследования.

Экспериментальное исследование проводилось на базе учебной лаборатории факультета низкотемпературной энергетики Университета ИТМО, архитектурно-строительные и теплотехнические характеристики которой представлены в таб. 1.

Экспериментальное исследование проводилось при помощи комплекта контрольно-измерительных приборов, а именно:

1. Многофункциональный измерительный прибор Testo 480 с комплектом измерительных зонтов:

- зонд-крыльчатка, D 100 для определения скорости воздуха;
- зонд влажности и температуры для определения параметров микроклимата;
- контактный зонд температуры для определения температуры поверхностей.

2. Многофункциональный измерительный прибор Testo 445 с зондом влажности и температуры.

3. Тепловизионная камера Testo 885-1.

4. Инфракрасный термометр Testo 830-T2 для определения температуры поверхностей.

5. Измеритель влажности и температуры CO250 определения параметров наружного воздуха.

6. Контактный термометр Oregon Scientific NTA916 определения температуры наружной поверхности.

Диапазон измерений и погрешность комплекта контрольно-измерительных приборов приведены в таб. 2.

Таблица 1

Архитектурные и теплотехнические характеристики лаборатории

Наименование	Ед. изм.	Величина
Объем помещения, V_{in}	м ³	190
Площадь помещения, F_{in}	м ²	51,1
Площадь наружного ограждения, F_w	м ²	24,7
Толщина ограждения, h	м	0,69
Объем наружного ограждения, V_w	м ³	17,3
Площадь внешней поверхности наружного ограждения, S_{out}	м ²	24,7
Площадь внутренней поверхности наружного ограждения, S_{in}	м ²	27,97
Коэффициент теплопроводности наружного ограждения, λ_w	Вт/(м·°C)	1,7
Удельная теплоемкость материала ограждения, c_w	Дж/(кг·°C)	840
Плотность материала ограждения, ρ_w	кг/м ³	2500
Термическое сопротивление теплопередаче ограждения, R_{out}	(м ² ·°C)/Вт	0,59

Таблица 2

Метрологические характеристики измерительных приборов

Наименование	Диапазон	Погрешность
Зонд-крыльчатка, D100 мм	+0,1... +15 м/с	±0,1 м/с + 1,5 %
Зонд влажности и температуры, D12 мм	-20 ... +70 °C	±0,2 °C ±1,0 % + 0,7 %
Зонд температуры, тип К (NiCr-Ni)	-200 ... +1370 °C	±0,3 °C + 0,1 %

продолжение таблицы

Наименование	Диапазон	Погрешность
Зонд влажности и температуры	-20 ... +180 °C +2 ... +98 %	±0,4 °C ±2,0 %
Тепловизор Testo 885-1	-30 ... +650 °C	±2°C
Инфракрасный термометр Testo 830-T2	-50 ... +500 °C	±0,5°C+0,5%
Измеритель температуры и влажности CO250	-10 ... +60 °C 0 ... +99,9 %	±0,6 °C ±3%
Контактный термометр Oregon Scientific NTA916	-20 ... +60 °C	±1°C

Измерения градиента температур в объеме помещения проводились в шестнадцати точках по площади помещения на четырех высотах, охватывающих рабочую и обслуживаемую зоны, для каждой точки измерения.

Измерения значений температур ограждающих конструкций проводились в шести точках для каждого ограждения, а также фиксировались термограммой тепловизионной камеры.

Экспериментальное исследование проводилось в несколько этапов:

1. Подготовка – не менее, чем за 24 часа отключались все источники поступления теплоты в помещении.

2. Первичные измерения.

3. Включение источника теплоты – проведение повторных измерений с некоторым интервалом до выхода параметров микроклимата на стационарный режим.

4. Включение приточно-вытяжной системы вентиляции воздуха - проведение повторных измерений с некоторым интервалом до выхода параметров микроклимата на стационарный режим.

5. Обработка результатов экспериментального исследования.

Результаты экспериментального исследования, проведенного при нестационарных параметрах наружного воздуха и переменных значениях тепловой нагрузки, представлены на рис. 1-3.

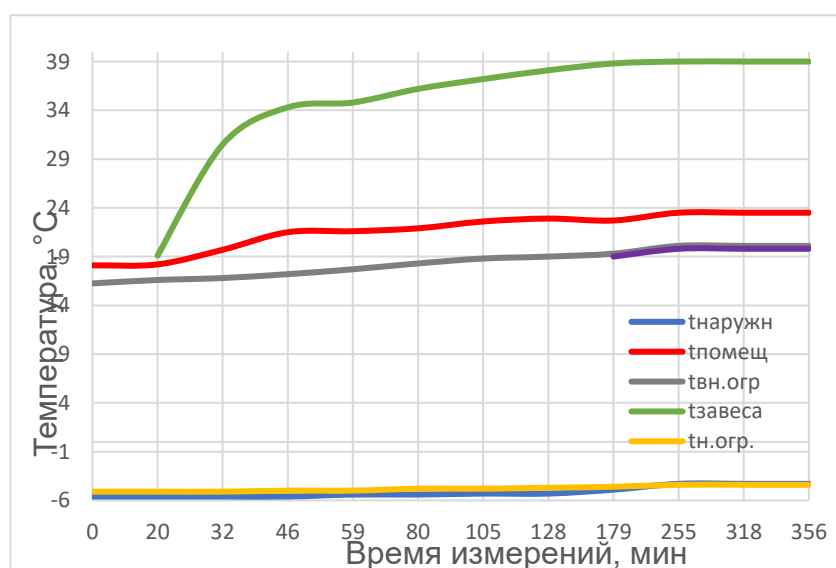


Рис. 1. Экспериментальное исследование, проведенное 07.11.19

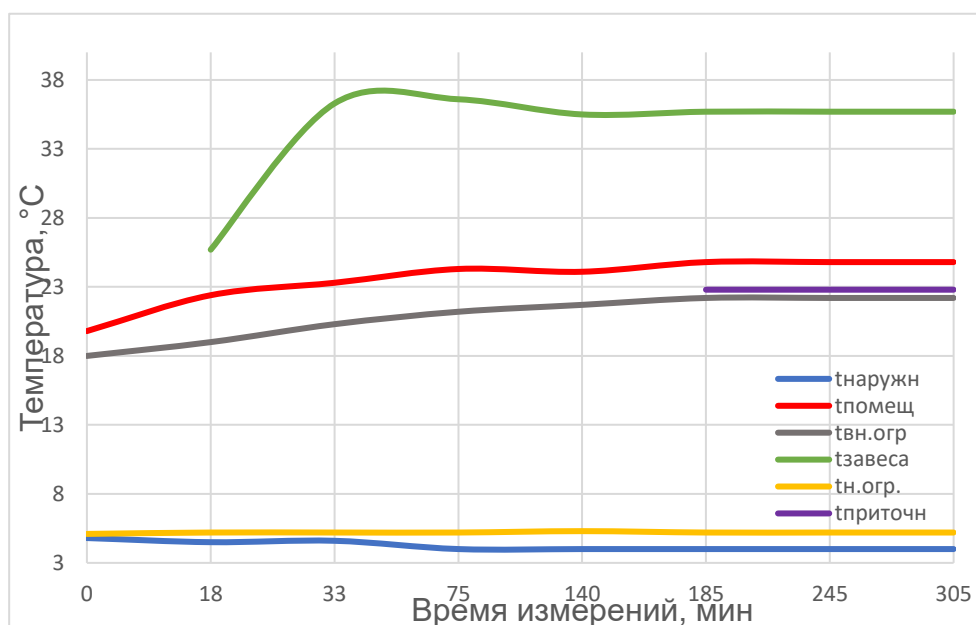


Рис. 2. Экспериментальное исследование, проведенное 16.11.19

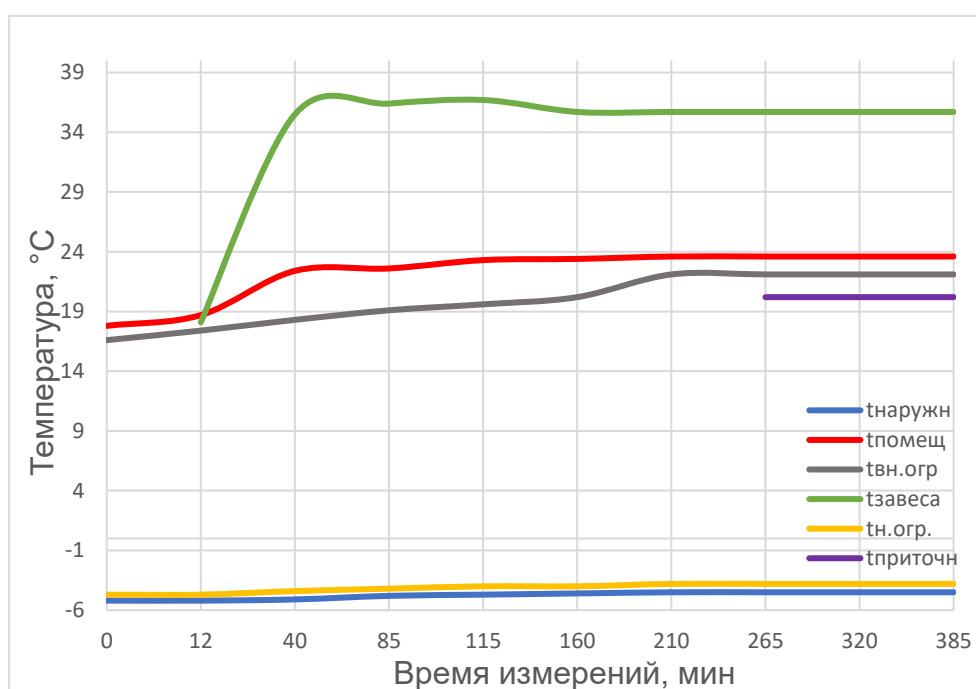


Рис. 3. Экспериментальное исследование, проведенное 23.11.19

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о близком к линейному изменению параметров микроклимата помещения учебной лаборатории. Стоит отметить, что система вентиляции при трехкратном воздухообмене не оказала влияния на изменение параметров микроклимата помещения, что объясняется интенсивной ассимиляцией теплоты приточного воздуха тепловой завесой. Учет прогнозируемых параметров наружного воздуха и теплопоступлений в помещениях, а также близкая к линейной зависимость изменения параметров микроклимата, позволяют сформировать оптимальный режим управления системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, что способствует повышению энергетической эффективности зданий и сооружений.

Литература

1. ГОСТ Р 55656-2013 (ИСО 13790:2008) Энергетические характеристики зданий. Расчет использования энергии для отопления помещений.
2. Рымкевич А.А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Стройиздат. 1990. 300 с.
3. Сотников А.Г. Проектирование и расчет систем вентиляции и кондиционирования воздуха // Полный комплекс требований, исходных данных и расчетной информации для СО, СПВ, СКВ, СГВС и СХС (в 2-х томах с продолжением). Т. 1. СПб., 2013. 423 с.: ил.



Щеховский Егор Александрович

Год рождения: 1993
Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
направление подготовки: 25.00.36–Геоэкология,
e-mail: shchekhovskii@mail.ru



Кустикова Марина Александровна

Университет ИТМО,
факультет низкотемпературной энергетики,
к.т.н, доцент,
e-mail: makustikova@itmo.ru

УДК 551.44

**УНИКАЛЬНОСТЬ ПЕЩЕР-ШТОЛЕН НА ТЕРРИТОРИИ
СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ**

Е.А. Щеховский, М.А. Кустикова

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

Аннотация

Пещеры-штольни Ленинградской области, которые появились в XIX веке для выработок кварцевого песка, обладая необходимыми микроклиматическими условиями, являются местами зимовок для рукокрылых. Из этих пещер только три имеют наиболее подходящие условия и играют роль для сохранения рукокрылых на данной территории: Староладожские, Саблинские и Телезские.

Ключевые слова

Пещеры, штольни, зимовки, рукокрылые, характеристика пещер, микроклимат.

На территории Ленинградской области о пещерах как местах зимовок рукокрылых стали говорить с середины 50-х годов. На тот момент было известно всего 6 пещер, о чем пишет П.П. Стрелков в 1958 году. В последующие годы количество обнаруженных пещер возросло и на сегодняшний день известно о 35 пещерах-штольнях. Все пещеры отличаются друг от друга, как географическим местоположением, так и морфометрическими и микроклиматическими условиями, что существенно влияет на состав и численность рукокрылых. Все пещеры можно подразделить на несколько наиболее крупных и значимые – это группа Саблинских пещер близ поселка Ульяновка Тосненского района, Староладожские пещеры у села Старая Ладога на реке Волхов и Корповская пещера близ города Луга (Стрелков, 1970) [2]. По данным последних лет большое значение для летучих мышей стали иметь Ребровские пещеры на реке Сясь, Борщевские пещеры на реке Оредеж и каменоломни в районе деревни Телези (Чистяков, Богдарина, 2010; Ковалев и др., 2014) [1-5, 10]. Многие подземные местообитания подвергаются антропогенному вмешательству, что

приводит к беспокойству летучих мышей на зимовках, когда они наиболее уязвимы. Из-за того, что многие пещеры заброшены и не поддерживаются, некоторые из них находятся в плачевном состоянии. Завалы входов, обвалы в проходах, потеря из-за этого убежищ, сужение проходов – всё это приводит к снижению площади зимовок и их утрате как ключевого местообитания рукокрылых. Также стоит упомянуть, что пещеры-штольни являются объектами изучения геологии, благодаря чему существуют подробные карты пещер и их описания (Хазанович, 1982) [6].

Наиболее известными и изученными из всех пещер являются Саблинские пещеры. Они находятся в поселке Ульяновка (Саблино) на юге от города Санкт-Петербург и являются рукотворными пещерами. В конце XIX их вырыли для добычи песка, который использовали для производства стекла. В состав Саблинских пещер входят несколько больших пещер - «Левобережная», «Жемчужная», «Штаны», «Веревка» и семь малых пещер - «Трёхглазка», «Лисьи Норы», «Пляжная», «Санта-Мария», «Мечта» и др. Многие из входов завалены, а оставшиеся представляют собой небольшие лазы, которые трудно заметны даже с близкого расстояния. Каждый вход достаточно узок, но после нескольких метров расширяется и приводит в широкий зал с высоким потолком, во все стороны от которого отходят боковые проходы-штреки, соединенные между собой. Эти штольни были заброшены в начале XX века, что привело к их запустению и частичному обрушению. Лабиринт в каждой из штолен образовался по причине значительного извлечения объема породы. Грунтовые воды частично затопили некоторые из них и образовали подземные озера, ручьи и реки, кое-где постоянно капает вода, а на потолках образовались различные сталактиты. Расположение всех пещер связано с отложениями кембрийских и ордовикских пород - песков и песчаников. В долине реки Тосна расположены многочисленные геологические обнажения этих пород. Все названия пещер были присвоены по их внешним признакам, благодаря ленинградским спелеологам. «Трёхглазка» получила свое характерное название по трём зияющим входным отверстиям, которые хорошо видны с противоположного берега, «Жемчужная» - благодаря небольшим известковым натёкам на потолке и стенах. Самая крупная и протяженная из всех пещер - «Левобережная». Данная штольня охраняется и открыта только для организованных групп в сопровождении проводника-экскурсовода. Её галереи протягиваются под поселок и прилегающий лесопарк более чем на триста метров, а протяженность всех ходов составляет 5,5 километров. Высота ходов изменяется от 0,5 до 8 метров. Штольня «Штаны», расположенная выше по течению реки Тосна «Жемчужной» на правом берегу, протянулась под землей на 1,7 километра с высотами около 1 - 1,6 метров. На противоположном берегу на песчаном обрыве с тремя различными входами расположена пещера «Трёхглазка». Протяжённость ходов составляет 260 метров - 220 метров составляет основной штрек, а высоты колеблются от 1 метра до 1,5 метров. Отдельно располагаются три пещеры «Лисьи норы». Они находятся на высоком берегу реки Саблинка и имеют небольшие входы. Доступ имеется только в две из них. Эти штольни отличаются от других пещер тем, что они располагаются в известковых породах. (<http://sablino.narod.ru/>) [11].

Другой группой являются Староладожские пещеры, которые принадлежат к ордовикским и кембрийским обнажениям, верхний пласт которых представлен глиной, ниже залегает сланец, еще ниже - пески и песчаники. К этим пещерам относятся следующие пещеры: «Танечкина», «Староладожская» и «Плачущая». Староладожская пещера расположена на левом берегу реки Волхов. «Плачущая» располагается на противоположном от неё берегу. Самой крупной из этих штолен является Танечкина пещера. Она находится на левом берегу реки Волхов в полутора километрах на северо-восток от места нахождения Староладожской пещеры, в небольшом овраге в 150 метрах от берега. Она представляет собой огромный лабиринт перепутанных ходов,

основная часть которых была пройдена с целью добычи кембрийских песков для изготовления стекла. На стенках многочисленных штолен - боковых ходов - можно увидеть красивые мелкие щетки углекислого кальция, крошечные сталактиты и сталагмиты. Общая длина всех ходов превышает пять километров. Внутри пещеры расположено обширное подземное озеро, занимающее около половины пещеры. Глубина его достигает полутора метров в дальних частях пещеры. На сегодняшний день часть пещеры обрушена из-за действия природных процессов.

Ребровские пещеры, расположенные на правом берегу реки Сясь между деревнями Реброво и Колчаново, разрабатывались в 30-х годах XX века с целью добычи белого тонкозернистого кварцевого песка для стекольного производства. Данная выработка относится к Колчановскому месторождению. Это месторождение эксплуатировалось с 1933 по 1935 гг., а в 1938 г. было законсервировано. Здесь находятся две пещеры – «Петровская» и «Расческа». Главным украшением пещер являются кальцитовые натёки с потолка. Протяженность пещер около 240 метров. Высота потолков в среднем 2 метра.

Поселок Телези расположен на Кингисеппском шоссе за Красным Селом, не доезжая села Русско-Высоцкое. Недалеко от поселка расположены Телезские пещеры. Эти каменоломни были созданы довольно давно для добычи известняка. Входы в них располагаются на дне провалов. Они довольно узки, что препятствует их посещение неподготовленным специалистам. Сейчас штольни находятся в крайних стадиях обрушения. Внутри них много завалов и обвалившихся и отслаивающихся плит, которые могут упасть в любой момент. Каменоломни имеют в основном линейный характер, колонны мало распространены.

Борщевские пещеры-штольни находятся на берегу реки Оредеж, а точнее, его разлива, называемого озером Антоново, около деревни Борщово. Данные пещеры расположены в пяти километрах от железнодорожной станции Оредеж в непосредственной близости от деревни.

Корповская пещера, расположенная вблизи города Луга в восьми километрах от санатория Жемчужина и в семнадцати километрах от самого города, является наиболее труднодоступной из всех пещер. Данное подземелье имеет выход в основании каньона реки Обла. Общая длина ходов штольни составляет около 400 метров (<http://oouu.ru>) [10]. Наиболее предпочтительны для зимовок рукокрылых три группы пещер: Староладожские, Саблинские и Телезские (рис. 1).

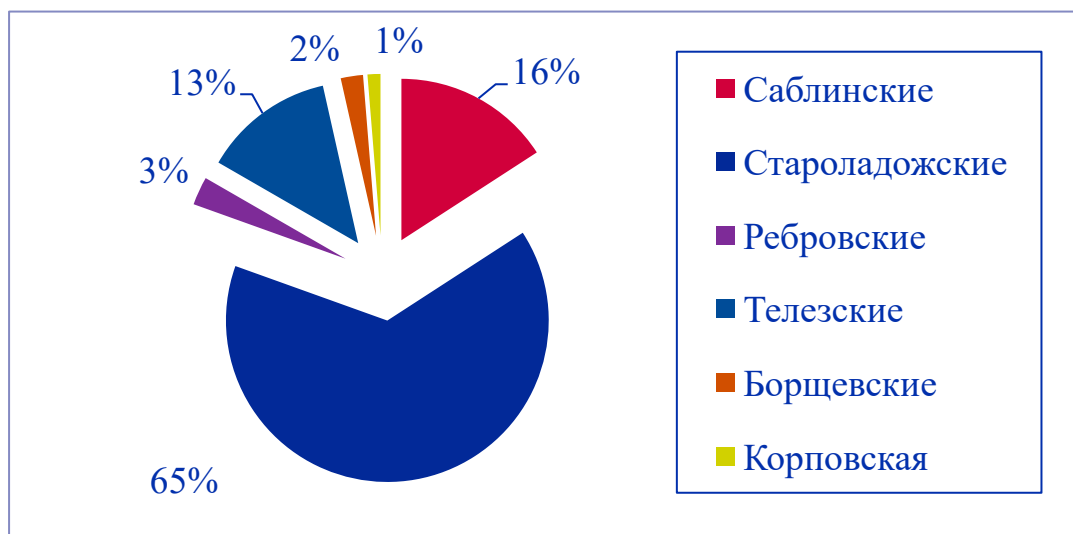


Рис. 1. График №1. Суммарное соотношение численности рукокрылых на зимовках 2014 и 2015 годов

После анализа всех микроклиматических условий пещер можно сказать, что по своим микроклиматическим условиям пещеры схожи, но всё равно имеют некоторые особенности, что возможно влияет на видовой состав рукокрылых. Наиболее теплыми из пещер являются Староладожские, Ребровские и Саблинские. Температура в них достигает максимальных значений среди всех зимовок, и это является положительным фактором для зимовок летучих мышей. Самыми холодными пещерами являются Телезские пещеры, где показатели температур самые низкие в глубине пещер и редко достигают 6 градусов. Остальные пещеры занимают промежуточное положение. Что касается влажности, то наиболее высокие показатели были в Староладожских пещерах 80 - 100%, в частности Танечкиной пещере из-за наличия большого подземного озера, занимающего значительную площадь пещеры. Ребровские схожи по данному параметру – в среднем 70-100%. В Саблинских пещерах влажность варьировала от 41 до 100%. В Борщевских пещерах влажность была 61-96%. Телезские пещеры отличаются самым низким показателем влажности на протяжении большей площади пещер – 54-88%. В тех местах, где были обнаружены рукокрылые, влажность была около 80%, но в некоторых местах влажность падала до 54%. Низкая влажность отрицательно сказывается на всех четырех видах ночниц – прудовая ночница, водяная ночница, ночница Наттерера и ночница Брандта, и только ушаны легко мирятся с пониженной влажностью воздуха (60-80%) по данным Абеленцева и Попова (Стрелков П.П. 1958) [2]. Исходя из этих двух параметров, можно предположить их связь с количеством зимующих особей рукокрылых и наличием определенных видов на зимовках.

В Староладожских и Ребровских пещерах не встречается ночница Наттерера, что вероятно связано с крайней границей её ареала, которая проходит по южной оконечности Санкт-Петербурга и Госненскому району. Прудовая ночница, наоборот, тяготеет к Староладожским пещерам, где вероятно наиболее подходящий микроклимат. Также данный вид предрасположен к образованию крупных скоплений, что было отмечено нами во время учёта, а также и другими авторами, занимавшимися изучением рукокрылых Северо-Запада и Смирновым Д. Г., который занимается изучением прудовой ночницы в Поволжье, где она тоже образует массовые скопления на зимовках. За последние годы наблюдается следующая динамика численности этого вида (рис. 2).

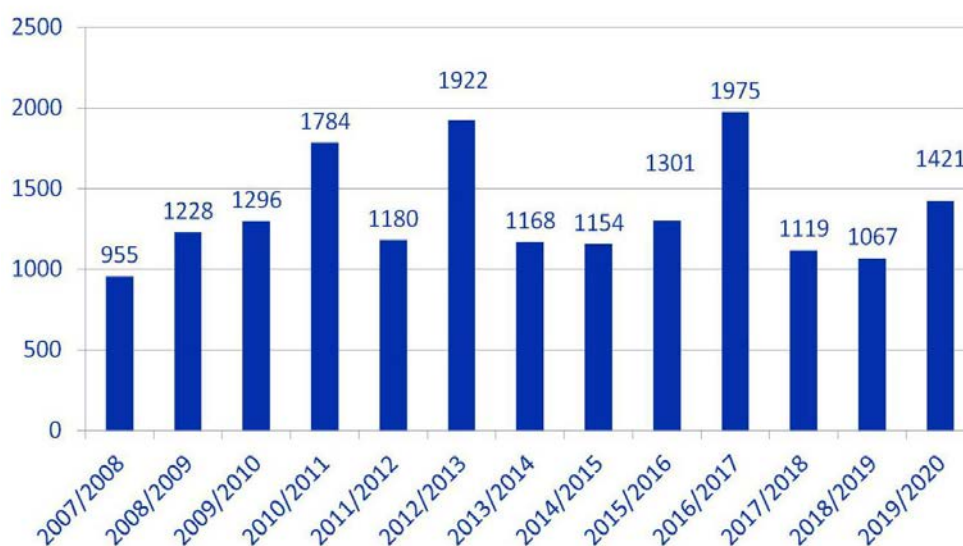


Рис. 2. График №2. Численность прудовой ночницы на территории Староладожской пещеры

Подобные данные известны для Европы (Limpens et al, 1999, 2000) [8]. Ночница Брандта образует скопления в Телезских пещерах, хотя и встречается в других пещерах.

Литература

1. Ковалев Д.Н., Попов И.Ю., Щеховский Е.А. Различия видового состава летучих мышей на зимовках Ленинградской области в зависимости от расположения и микроклимата подземных убежищ. Материалы IX Международной экологической Школы-конференции в усадьбе «Сергиевка» - памятнике природного и культурного наследия: «Сохранение природной среды и оптимизация её использования в Балтийском регионе» 2014.
2. Стрелков П.П. Материалы по зимовкам летучих мышей в европейской части СССР // Труды Зоол. ин-та. XXV. 1958. С. 255-303.
3. Стрелков П.П. 1970. Оседлые и перелетные виды летучих мышей (Chiroptera) в европейской части СССР. Сообщение 1. «Бюл. МОИП», отд. биол., т. LXXV, вып. 2.
4. Стрелков П.П. 1970. Оседлые и перелетные виды летучих мышей (Chiroptera) в европейской части СССР. Сообщение 3. «Бюл. МОИП», отд. биол., т. LXXVII, вып. 2.
5. Стрелков П. П. 1971. Оседлые и перелетные виды летучих мышей (Chiroptera) в европейской части СССР. Сообщение 2. «Бюл. МОИП», отд. биол., т. LXXVI, вып. 5.
6. Хазанович К.К. Геологические памятники Ленинградской области: [очерк-путеводитель] / Хазанович К.К. Л.: Лениздат. 1982. 78 с.: ил. Библиогр.: с.
7. Limpens H.J. G. , Lina P.H.C., Hutson A.M. Action plan for the conservation of the pond bat in Europe (*Myotis dasycneme*) // Council of Europe. Nature and Environment. 2000. No 108. 50 p.
8. Limpens H.J.G.A., Lina, P.H.C. & Hutson A.M., 1999. A European action plan for the pond bat (*Myotis dasycneme*): a challenge. In: Cruz, M. & Kozakiewicz, K. [Eds]. European Bat Research Symposium (8, 1999, Kraków). Bats & man : million years of existence : abstracts. Kraków, Chiropterological Information Center Institute of Animal Systematics
9. Чистяков Д.В., Богдарина С.В. 2010. Новые находки зимовок рукокрылых (Chiroptera, Vespertilionidae) на Северо-Западе России. // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 3. биол., 3: 3-8.
10. <http://oouu.ru>. Эл. ресурс. Дата обр. 15.12.2019.
11. <http://sablino.narod.ru>. Эл. ресурс. Дата обр. 15.12.2019.



Юшкова Екатерина Дмитриевна

Год рождения: 1996

Университет ИТМО,

химико-биологический кластер,

студент группы №А42402,

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

e-mail: yushkova@scamt-itmo.ru



Назарова Елена Александровна

Год рождения: 1989

Университет ИТМО,

научно-образовательный центр химического

инжиниринга и биотехнологий,

к.х.н., заведующий лабораторией,

e-mail: nazarova@scamt-itmo.ru



Кривошапкин Павел Васильевич

Год рождения: 1981

Университет ИТМО,

научно-образовательный центр химического

инжиниринга и биотехнологий,

д.х.н., директор,

e-mail: krivoshapkin@scamt-itmo.ru



Кривошапкина Елена Федоровна

Год рождения: 1984

Университет ИТМО,

химико-биологический кластер,

к.х.н., доцент,

e-mail: kef@scamt-itmo.ru

УДК 577.15

**ДВА ПОДХОДА К ИММОБИЛИЗАЦИИ ФЕРМЕНТА
НА КЕРАМИЧЕСКИХ МЕМБРАНАХ**

Е.Д. Юшкова, Е.А. Назарова, П.В. Кривошапкин, Е.Ф. Кривошапкина
Научный руководитель – д.х.н., доцент П.В. Кривошапкин

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ №МК-1632.2020.11 «Получение биокаталитических систем для переработки вторичных сырьевых ресурсов молочной промышленности».

Аннотация

В данной работе приведено сравнение двух методов иммобилизации α -амилазы – метод физической адсорбции и ковалентного связывания. Для этой цели были использованы керамические мембраны на основе диоксида кремния с микрофильтрующим слоем. Морфология поверхности полученной ферментно-мембранной системы изучали с помощью сканирующей электронной микроскопии, композиционный состав был проанализирован методом ИК-спектроскопии. Также было исследовано влияние температуры и количества циклов на активность иммобилизованного фермента.

Ключевые слова

Амилаза, иммобилизованный фермент, керамическая мембрана, крахмал.

Ферменты широко применяются во многих отраслях промышленности, включая фармацевтику, медицину, биотехнологию и другие сферы. В пищевой промышленности они также имеют большое значение в производстве кондитерских изделий, молочных продуктов, алкогольных и фруктовых напитков, дрожжей для выпечки. Так, α -амилаза используется в качестве биокатализатора реакции гидролиза крахмала (рис. 1), в результате которой образуются мальто-олигосахариды, применяемые для получения сиропов, в качестве загустителей и ароматизаторов [1]. На сегодняшний день в технологических процессах с использованием фермента его смешивают с раствором субстрата. Однако для того, чтобы достичь высокой степени гидролиза, необходимы достаточно высокие концентрации свободной амилазы в реакционной среде. С целью сокращения расходов на фермент за счет возможности повторного использования его применяют не в свободном растворенном виде, а иммобилизованным на инертном носителе, что также делает процесс экономически более выгодным [2].

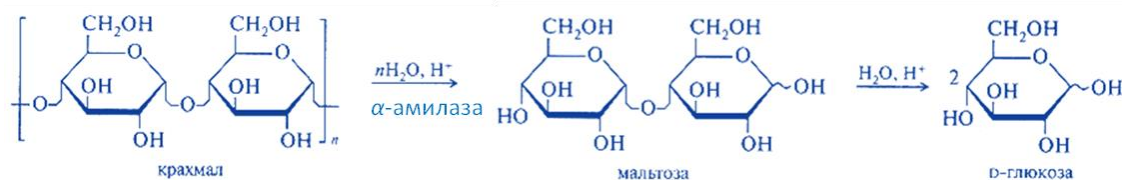


Рис. 1. Схема реакции гидролиза крахмала с применением фермента амилазы

Иммобилизованные ферменты имеют ряд преимуществ перед свободными предшественниками, среди которых – возможность извлечения из реакционной среды, благодаря чему можно остановить реакцию в любой момент, использовать фермент повторно, а также получать чистый от фермента продукт. Также ферментативный процесс с использованием иммобилизованных ферментов можно проводить непрерывно, регулируя скорость катализируемой реакции и выход продукта [2, 3]. Иммобилизация фермента целенаправленно изменяет его свойства, такие как специфичность (особенно в отношении макромолекулярного субстрата), зависимость каталитической активности от pH, ионного состава и других параметров среды, стабильность к денатурирующим воздействиям. Важным преимуществом является и повышение качества готовой продукции на основе совершенствования и внедрения в производство высокоэффективных технологий [3].

В качестве инертного носителя могут выступать различные материалы, выбор которых зависит от метода иммобилизации и применения самого фермента. В последнее время наиболее широкое использование получили керамические мембраны. Они представляют собой пористые материалы для работы в режимах микро- и ультрафильтрации, которые применяются для разделения жидкостей. К преимуществам

керамических мембран можно отнести высокую устойчивость к жестким условиям эксплуатации, прекрасную механическую, термическую и химическую стабильность, узкое распределение пор по размерам, возможность регенерации от образующихся биопленок и многократное применение [3, 4]. Кроме того, в качестве материала мембраны используется дешевое минеральное сырье (например, кварц), в разы снижающее ее стоимость, что также делает их более предпочтительными носителями для иммобилизации ферментов. Ферментные керамические мембраны выполняют одновременно несколько функций: биокаталитическую, стабилизирующую и разделительную. Помимо этого, такие системы обеспечивают энергетическую эффективность процесса, а также повышается возможность повторного использования ферментов.

Целью данного проекта является получение ферментно-мембранных систем путем иммобилизации амилазы на пористом керамическом носителе двумя методами. Для сопоставления выбраны метод физической адсорбции и ковалентное связывание. Полученные системы были охарактеризованы различными физико-химическими методами, а также исследованы на многократное использование и определение температурного оптимума функционирования.

Физическая адсорбция считается одним из самых простых способов иммобилизации, поскольку основана на нековалентных взаимодействиях фермента и носителя посредством водородных связей, сил Ван-дер-Ваальса и других [2]. Чтобы получить ферментно-мембранную систему с использованием этого метода, образец мембраны выдерживали в растворе фермента, после чего промывали от излишков незакрепленной амилазы.

Применение метода ковалентного сшивания обеспечивает прочные химические связи между ферментом и поверхностью мембраны, повышает стабильность и предотвращает выход фермента из носителя в раствор. Однако при таком способе фермент теряет свою подвижность, а в его структуре происходят конформационные изменения, вследствие чего его активность снижается [2, 3]. В работе этот метод реализован через четыре основных стадии: смачивание керамической мембраны водой; функционализация поверхности за счет покрытия поверхности мембраны раствором желатина; активация раствором глутарового альдегида; ковалентное связывание фермента с поверхностью мембраны.

Для сравнения поверхности мембран после иммобилизации обоими методами была использована сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Микрофотографии СЭМ приведены на рис. 2. Исходя из результатов исследования, после иммобилизации ковалентным методом на поверхности наблюдается образование однородного слоя, морфология же поверхности с ферментом, закрепленным способом физической адсорбции, изменяется незначительно.

Для того, чтобы охарактеризовать материал мембран, был выбран метод рентгеновской дифракции, по результатам которого было подтверждено, что материалом является кварц. Применение метода ИК-спектроскопии позволило изучить механизм ковалентной иммобилизации через образование оснований Шиффа в реакции глутарового альдегида и фермента.

Активность иммобилизованной амилазы была определена по реакции гидролиза крахмала с помощью фотоколориметрического метода. Перед экспериментом был проведен анализ промывных вод на высвобождение фермента с носителя с применением метода Брэдфорда. Обнаружено, что трех промываний достаточно для того, чтобы удалить с носителя весь не закрепившийся фермент.

Несмотря на некоторую потерю активности, фермент сохраняет свои биокаталитические свойства на протяжении нескольких циклов использования. Если при ковалентной иммобилизации фермент после 3-х циклов практически полностью

теряет свою активность, то при физической адсорбции фермент продолжает работать более 8-и циклов. Для определения температурного оптимума физически иммобилизованного фермента, при котором он наиболее эффективно работает в течение нескольких циклов, были выбраны три температуры: 30, 45 и 60 °С (рис. 3). При температуре 45 °С иммобилизованная амилаза показала более высокую активность при многократном применении.

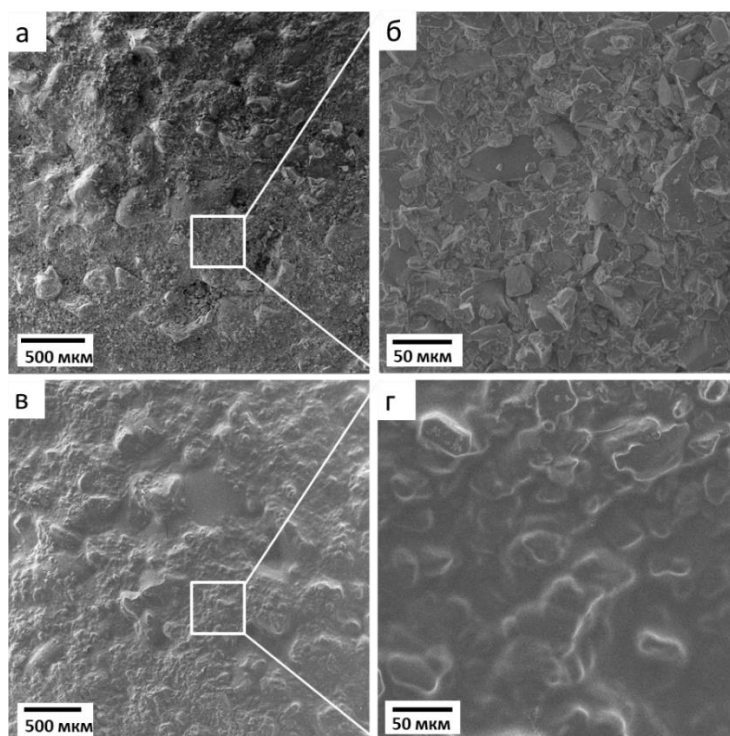


Рис. 2. Микрофотографии поверхности керамических мембран после иммобилизации фермента методом физической адсорбции (а, б) и ковалентного связывания (в, г)

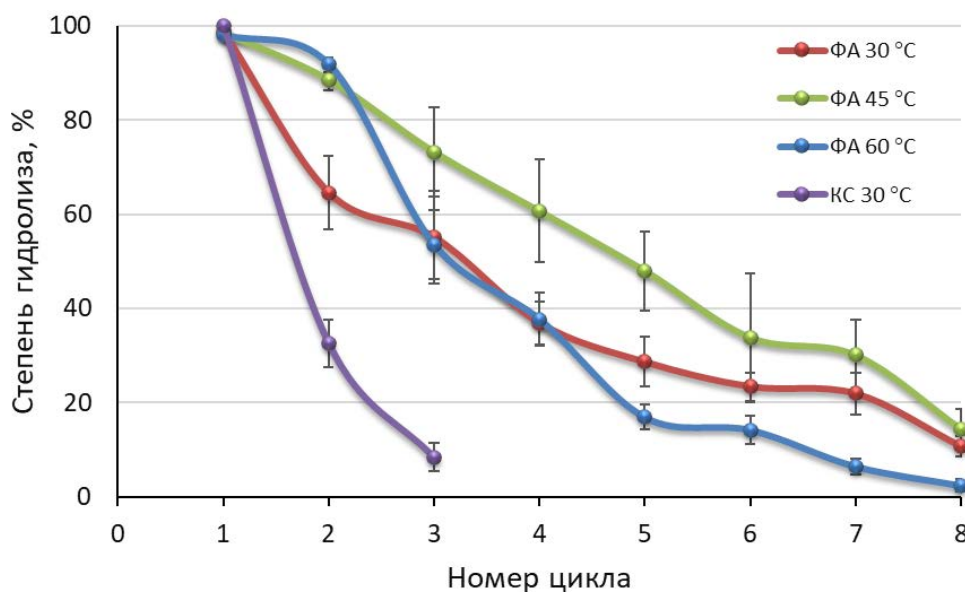


Рис. 3. Зависимость относительной активности фермента, иммобилизованного методом физической адсорбции (ФА) и ковалентным связыванием (КС), от количества циклов использования и температуры

Таким образом, в данном проекте было исследовано влияние температуры и количества циклов работы образцов биокаталитических мембран на активность фермента в реакции гидролиза крахмала. Выявлено, что, хотя эффективность ковалентной иммобилизации выше, чем физической адсорбции, каталитическая активность иммобилизованного фермента лучше во втором случае вследствие отсутствия конформационных изменений в структуре фермента и меньшего ограничения подвижности белковой молекулы.

Примененные современные подходы в методиках иммобилизации ферментов на керамических структурах могут быть расширены на другие ферменты гликозидазного ряда и позволят усовершенствовать каталитические свойства биомолекул.

Несмотря на все преимущества мембранно-каталитических процессов, их внедрение в производственную линию на данный момент не имеет обширного применения. Они требуют дополнительного изучения и проведения предварительных экспериментов на пилотных установках. Перспективы использования мембранно-каталитических систем делают эту тематику актуальной для технологов и инвесторов в области пищевой промышленности, а также для составления конкуренции импортным решениям и разработкам путем предложения прорывных инновационных технологий.

Литература

1. Mardani T., Khiabani M.S., Mokarram R.R., Hamishehkar H. Immobilization of α -amylase on chitosan-montmorillonite nanocomposite beads // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2018. V. 120. P. 354–360.
2. Mohamad N.R., Marzuki N.H.C., Buang N.A., Huyop F., Wahab R. A. An Overview of Technologies for Immobilization of Enzymes and Surface Analysis Techniques for Immobilized Enzymes // *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 2015. V. 29(2). P. 205–220.
3. Sigurdardóttir S.B., Lehmann J., Ovtar S., Grivel J.C., Negra M. Della, Kaiser A., Pinelo M. Enzyme Immobilization on Inorganic Surfaces for Membrane Reactor Applications: Mass Transfer Challenges, Enzyme Leakage and Reuse of Materials // *Advanced Synthesis & Catalysis*. 2018. V. 360(14). P. 2578–2607.
4. Treccani L., Yvonne Klein T., Meder F., Pardun K., Rezwani K. Functionalized Ceramics for Biomedical, Biotechnological and Environmental Applications // *Acta Biomaterialia*. 2013. V. 9(7). P. 7115–7150.



Ястремский Богдан Вячеславович

Год рождения: 1996

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

студент группы №W41552,

направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация

технологических процессов и производств,

e-mail: yastremskiybogdan@gmail.com

УДК 62-5

**ВЫБОР ПРИОРИТЕТОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКОНОВЫХ ЗАГОТОВОК**

Б.В. Ястремский

Научный руководитель – к.т.н., доц. В.Л. Лазарев¹

1 – Университет ИТМО

Аннотация

В работе сформулированы приоритетные задачи совершенствования системы управления процессом производства силиконовых заготовок и предложены пути их решения. Изложенный подход учитывает специфические особенности реализации этого процесса в производственных условиях. Представленные решения будут полезными при разработке технического задания на проектирование современной системы управления. Внедрение полученных результатов на производстве позволит повысить эффективность управления производственным процессом, качество выпускаемой продукции, уменьшить процент брака. Разработанные предложения по совершенствованию системы управления также могут быть использованы для решения подобных задач в других производственных процессах и отраслях промышленности.

Ключевые слова

Автоматизация, система управления, силиконовые заготовки, вакуумное литье, дозирование компонентов.

Силиконовые формы или заготовки используются для различных целей, например, для различных видов литья. Литье в силиконовые формы позволяет получать изделия с повышенными прочностными характеристиками, в короткие сроки и по низкой себестоимости, по сравнению с изделиями, получаемыми на основе технологий 3D печати. Также 3D печать плохо подходит для серийного производства изделий из-за малой скорости и необходимости дополнительной обработки деталей. В промышленности широко используют вакуумное литье в силиконовые формы при производстве пластмассовых изделий или изделий из резины, а также копий деталей из пластика. Таковыми, например, могут быть различные прототипы, опытные образцы, а также партии деталей из пластика практически любой сложности и габаритов, изготавливаемые без использования дорогостоящей металлической оснастки. Изготовление формы происходит путем заливки силикона в опалубку с, расположенной внутри, базовой моделью. После полимеризации силикона, заготовка может быть использована для литья. Литье пластиков в силиконовые формы позволяет в короткие сроки получить изделия с различными свойствами при малых затратах и возможностью проведения доработок в процессе производства [1, 2]. Поэтому задача повышения

эффективности управления процессом производства таких заготовок является актуальной.

Силиконовая заготовка является двухсоставным компаундом: текучий компонент и загуститель. Время жизни смеси 40 минут. Создание заготовки происходит в результате покрытия прототипа будущего изделия смешанным компаундом с последующим его застыванием в течение 2-4 часов. Получившаяся силиконовая форма устойчива к деформациям, воздействию высоких температур. Она допускает многократное использование. Степень усадки конечного продукта не превышает 2%.

Свойства заготовки в значительной мере зависят от точности дозирования смешиваемых компонентов. Так, например, добавление слишком большого количества загустителя приведет к затвердеванию формы и потере ею пластичности, что, в свою очередь, исключит возможность её повторного использования.

Температурный режим окружающей среды является одним из важнейших факторов технологического процесса. Температура в помещении, где производится отливка заготовок, должна быть порядка 22 – 23 °С. При температуре ниже 18 °С, силикон может не застыть, а более высокая температура воздуха сокращает время жизни готовой силиконовой смеси. Последующее хранение заготовок должно происходить в сухом помещении, в темноте и при умеренной температуре (18 – 20 °С), т.к. срок годности сокращается при ее повышении. При повышении температуры на поверхности отливки выделяется маслянистая жидкость, что является своеобразным индикатором превышения температурного режима.

Следует отметить недостатки, присущие силиконовым заготовкам. Таковыми являются: восприимчивость к кислотам, щелочам, различным видам масел, которые медленно разрушают силикон. Кроме того, неблагоприятное воздействие также оказывают латекс, сера, отвердевающие полиэферы, эпоксидные и полиуретановые каучуки, которые могут вступать в химическое взаимодействие с силиконом [1, 2].

Результаты анализа технологического процесса производства силиконовых заготовок позволяют сделать следующие выводы. Перспективными путями совершенствования системы управления являются:

- повышение точности поддержания температурных и влажностных режимов воздушной среды (климата) в производственных помещениях;
- повышение качества переходных процессов систем автоматического регулирования (САР) климатических параметров в производственных помещениях;
- повышение точности дозирования используемых компонентов при производстве компаунда.

По первым двум позициям заявленного перечня путей совершенствования управления необходимо отметить следующее. В настоящее время разработаны достаточно совершенные методы и разнообразные технические средства для синтеза систем управления климатом в различных камерах и помещениях. Возможности выпускаемых промышленных регуляторов позволяют, путем целенаправленного изменения настроечных параметров, в подавляющем большинстве случаев, получать САР с требуемыми характеристиками. В основном это касается значений величин запасов устойчивости по фазе и амплитуде, статических и динамических погрешностей, показателей качества переходных процессов (например, величин перерегулирования, длительности процесса, его вида (апериодический или колебательный)) и других [3]. «Узким местом» в таких задачах является необходимость обеспечения необходимой однородности или состояния неопределенности каждого из параметров в объеме производственного помещения. Суть состоит в следующем. САР обеспечивает поддержание параметров на заданном уровне, с требуемыми характеристиками, только в месте установки соответствующих датчиков. Действие различных возмущений,

например, нарушений степени герметичности при открывании и закрывании дверей в производственном помещении, наличия естественной конвенции среды и др., приводит к рассеянию значений каждого из параметров в рабочем объеме. В конечном счете, это может привести к появлению брака. Для устранения этого недостатка можно использовать принудительную вентиляцию. При этом будет потребляться дополнительная энергия, что приведет к удорожанию продукции. Поэтому важной является задача минимизации расхода энергии на вентиляцию при обеспечении надлежащего уровня состояния неопределенности температурного и влажностного полей в рабочем помещении. Для ее решения предлагается следующие действия.

Изначально необходимо выбрать показатель для оценки состояния неопределенности параметра, на основе значений которого будет приниматься решение о включении блока вентиляторов. Обзор существующих методов и методик формирования показателей для оценки состояний неопределенности приведен, например, в работах [3, 4]. Одним из приемлемых и перспективных, для решения подобных задач, является понятие комплексного энтропийного потенциала (КЭП) - L_{Δ} , разработанного на основе методов теории энтропийных потенциалов (ТЭП) [3]. Величина КЭП является объективной характеристикой состояния неопределенности, успешно используется для описания этих состояний для различных явлений и в различных сферах [4]. Величина L_{Δ} определяется следующей функциональной зависимостью

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

Выражение (1) позволяет описать состояние неопределенности любого параметра единым комплексом, учитывающим важнейшие характеристики или «границы» этого состояния. Таковыми являются следующие величины. σ – величина среднеквадратического отклонения, характеризует степень рассеяния параметра. X_n - величина базового значения, используется для «нормирования» оценки состояния неопределенности, например, в данном случае, в качестве ее могут быть выбраны рабочие значения величины температуры или влажности воздуха в производственном помещении. K_e - энтропийный коэффициент закона распределения параметра в помещении, характеризует «вариативные» свойства этого закона. Вычисление значений величины L_{Δ} , в зависимости от конкретной ситуации, может быть осуществлено различными способами: на основании результатов измерения анализируемого параметра в различных точках рабочего объема в процессе производства, с использованием специальных методик и моделей и др. [3]. Величина L_{Δ} является безразмерной, увеличение ее значений свидетельствует о возрастании уровня состояния неопределенности параметра и, наоборот.

Применительно к рассматриваемому типу задач, условием включения блока вентиляторов в работу является достижение уровня состояния неопределенности любого i -ого параметра среды x_i , в рабочем объеме, некоторого наперед заданного предельно допустимого значения $L_{\Delta i}(max)$; ($i \in I$). То есть

$$\forall x_i, (i \in I); L_{\Delta i} \geq L_{\Delta i}(max) \Rightarrow U = 1. \quad (2)$$

Дополнительно к сказанному использованы обозначения. U – команда на включение ($U=1$) и выключение ($U=0$) блока вентиляторов. В результате работы вентиляторов происходит перемешивание газовой среды, уровень состояния

неопределенности ее параметров понижается. После понижения величины $L_{\Delta i}$ ниже наперед заданного значения $L_{\Delta i}(max)$ происходит их выключение. То есть

$$\forall x_i, (i \in I); L_{\Delta i} \leq L_{\Delta i}(max) \Rightarrow U = 0. \quad (3)$$

Также, в качестве альтернативы, для минимизации энергозатрат на вентиляцию, в качестве обобщенного критерия состояния неопределенности состава среды, может быть использована величина многомерного комплексного энтропийного потенциала (МКЭП) [3]. Величина МКЭП формируется на основе суммирования величин $L_{\Delta i}$ с учетом их значимости, задаваемой значениями величин соответствующих весовых коэффициентов.

Достоинством изложенного подхода к организации управления в условиях состояния неопределенности параметров окружающей среды является то, что он имеет перспективы развития на пути отображения изменения этих состояний в информационное пространство. Другими словами, использование понятий энтропийных потенциалов позволяет оценить изменение этих состояний, на конкретном интервале функционирования системы, количеством порождаемой при этом информации - I [3, 5]. Применительно к рассматриваемому варианту задачи эта зависимость, с использованием принятых выше обозначений, будет описываться следующей моделью

$$I = \ln \frac{K_{e1} \sigma_1}{K_{e2} \sigma_2} = \ln \frac{K_{e1}}{K_{e2}} + \ln \frac{\sigma_1}{\sigma_2}. \quad (4)$$

Индексы 1 и 2, использованные в выражении (4) при характеристиках K_e и σ , соответствуют началу и концу анализируемого интервала изменения состояния неопределенности. Соответственно, эффективность управления состоянием неопределенности объекта на каждом интервале может быть оценена приращением величины I .

Следует отметить, что направление, связанное с использованием информационных технологий в задачах мониторинга и управления различными процессами и объектами, является востребованным и активно развивается [3-6].

Внедрение предложенного подхода для совершенствования организации работы системы управления процессом производства силиконовых заготовок будет способствовать повышению качества выпускаемой продукции, экономии электроэнергии.

Литература

1. Технология конструкционных материалов: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / Дальский А.М., Барсукова Т.М., Бухаркин Л.Н. и др. Под ред. Дальского А.М. 5-е издание; исправленное. М.: Машиностроение. 2004. 512с.
2. <https://www.tuowei-mockup.com/>. Эл. ресурс. Дата обр. 15.12.2019.
3. Лазарев В.Л. Робастное управление в биотехнологической промышленности. Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО. 2015. 196 с.
4. Кулаков В.Г., Лазарев В.Л., Федупин В.А. Энтропийные модели в исследовании социальных систем. //Вопросы статистики. 2010. №10. С. 47-50.
5. Lazarev V.L. Representative information models for monitoring and control in the conditions of uncertainty // Proceedings of the 18th International Conference on Soft

Computing and Measurements, SCM 2015. Saint Petersburg, RUSSIA. Publisher: IEEE.
Pp. 54–57. DOI: 10.1109/SCM.2015.7190408.

6. <https://www.smooth-on.com/>. Эл. ресурс. Дата обр. 15.12.2019.



Яхьярова Дильназ

Год рождения: 1998

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

студент группы № W4152,

направление подготовки: 27.04.01 – Стандартизация и метрология,

e-mail: di.yakhy@gmail.com



Кустикова Марина Александровна

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

к.т.н., доцент,

e-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 331.48

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ОГРАНИЧИТЕЛЯ ДВИЖЕНИЯ СЛАБОВИДЯЩИХ НА ПРОИЗВОДСТВАХ

Д. Яхьярова

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

Работа выполнена в рамках темы НИР №617028 «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии углеводородной энергетики и низкотемпературных систем».

Аннотация

В работе рассмотрены комплектующие ограничителя движения для комфортной работы слабовидящих на производствах. Главной задачей является обеспечение безопасной работы и передвижения незрячих на предприятии. В ходе исследования был проведен анализ и выбор датчиков для возможности использования на производствах.

Ключевые слова

Слабовидящие на производствах, ограничитель движения, Arduino Mega2560, трудоустройство слабовидящих, определение препятствий.

На данный момент по оценкам за 2018 год, около 1,3 млрд человек в мире живут с какой-либо формой нарушения зрения, из которых около 39 млн человек поражены полной слепотой [1].

Люди с инвалидностью по зрению сталкиваются с проблемами из-за недоступной инфраструктуры и социальных проблем. Самостоятельное передвижение без какой-либо помощи окружающих – это одно из самых больших желаний для всех незрячих или людей с серьезными нарушениями зрения. Использование инновационных технологий для помощи слепым имеет недавнее происхождение, незрячие или слабовидящие люди в большей степени пытались справиться сами: в зависимости от возможностей и потребностей, они используют трости, или полагаются на человека или собаку.

Одной из наиболее активных угроз для жизни слепых является количество и разнообразие препятствий, с которыми они встречаются во время движения на улице либо в помещении. Следовательно, необходимо найти решение, которое поможет таким людям передвигаться не подвергаясь опасности.

Доступны несколько вспомогательных технологий, которые помогают слепым и слабовидящим людям выполнять свою повседневную деятельность. В текущем исследовании используются современные технологии, позволяющие повысить эффективность использования традиционных навигационных средств для создания более надежных решений.

На рис. 1 приведена статистика незрячих и слабовидящих в мире за 2018 год.



Рис. 1. Статистика людей плохого зрения в мире за 2018 год

Для того, чтобы трудоустроиться слабовидящим или незрячим надо проделать огромный труд, потому что организациям и компаниям совсем не выгодно трудоустраивать инвалида по зрению. Есть два пути поиска работы для незрячего: через компьютер, почти на всех новых моделях существуют специальные возможности, которые озвучивают каждое действие. Второй путь – это службы занятости, существуют также специализированные службы по поиску работы для инвалидов.

Среди самых востребованных специальностей по статистике Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) являются:

- ремонт обуви;
- компьютерные технологии;
- столярное дело;
- изготовление мебели;
- производство сувениров, резьба по дереву;
- плетение из лозы;
- вязание и рукоделие;
- овощеводство;
- домашнее подворье.

Государство старается помочь незрячим и слабовидящим людям. Базовым документом, содержащим общие положения о труде незрячих и слабовидящих людей,

является Федеральный закон «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации». В нем зафиксировано, например, что для всех организаций (независимо от организационно-правовой формы и формы собственности) существуют квоты на прием людей с инвалидностью, а получивший работу сотрудник с ограниченными возможностями здоровья может, в частности, отдыхать не менее 30 календарных дней в году и требовать оснащения рабочего места необходимым ему оборудованием [2].

В данной работе рассматривается анализ комплектующих изделий, входящих в состав системы ограничителя движения для слабовидящих на производствах. Слабовидящие ориентируются в пространстве благодаря чуткому слуху, следовательно, сообщать об опасностях необходимо используя звуковые подсказки. С помощью элементов, определяющих расстояние до какого-либо объекта и звукового сопровождения, значительно поможет избежать препятствия.

Для разработки любой автоматизированной технической системы главным элементом будет являться контроллер. В настоящее время очень распространены своей простотой и доступностью контроллеры Arduino. Среди огромного списка разновидностей моделей данного контроллера, была выбрана плата Arduino Mega 2560, на базе которой располагается ATmega2560. Данный контроллер обладает 54 числовыми входами и выходами из них 14 могут применяться, как выходы широтно-импульсной модуляции (ШИМ), другие 16 обладают аналоговые входы, 4 входа используются для универсального асинхронного приемопередатчика (UART). Кроме того, контроллер включает в себя пьезокварцевый генератор размерностью 16 МГц, разъемы на USB, питания и ICSP, кроме того имеется кнопка сброса (рис. 2). Он содержит в себе все важное для поддержки микроконтроллера; для работы и прошивки следует подключить плату к компьютеру через USB-кабель либо подключить его при помощи адаптера переменного или постоянного тока, также можно подключить к аккумулятору [3].

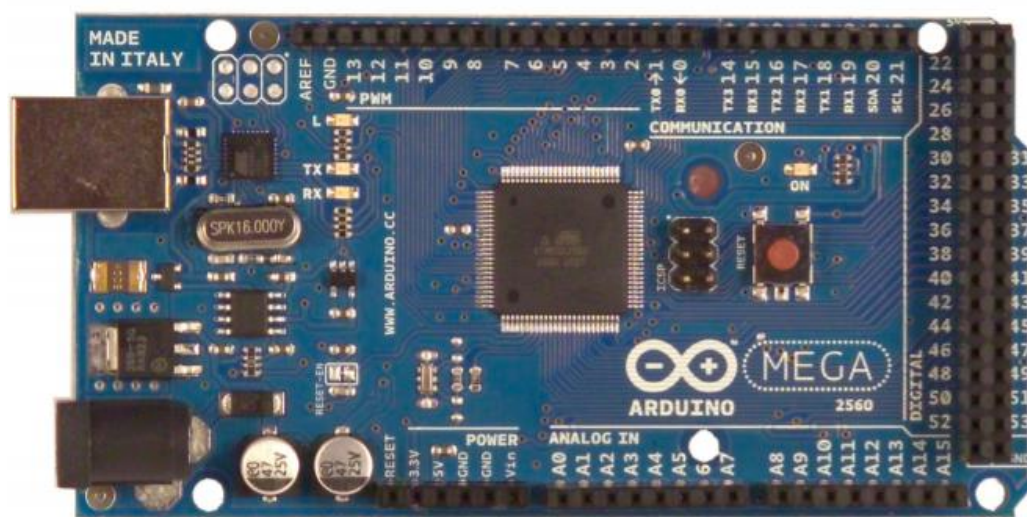


Рис. 2. Микроконтроллер Arduino Mega 2560

Между Arduino Uno и Arduino Mega нет особой разницы, за исключением того, что в дальнейшем у контроллера Mega больше места для памяти, больше размер и больше выводов ввода/вывода, что способствует дальнейшему развитию разработки.

В таб. 1 представлены основные технические характеристики микроконтроллера Arduino Mega 2560 в сравнении микроконтроллера ATmega 328 и ATmega 168.

Сравнительные технические характеристики микроконтроллеров семейства ATmega

Микроконтроллер	ATmega 2560	ATmega 328	ATmega 168
Память программ, Кб	256	32	16
Тип подключения	I ² C, SPI, UART/USART	I ² C, SPI, UART/USART	I ² C, SPI, UART/USART
Число входов/выходов	54 (14 из которых могут работать также как выходы ШИМ)	14 (6 из которых могут работать также как выходы ШИМ)	14 (6 из которых могут работать также как выходы ШИМ)
Аналоговые выходы	16	8	8
Входное напряжение, В	6-20	6-20	6-20
Рабочее напряжение, В	5	5	5
Рабочая температура, °С	-40 – 85	-40 – 85	-40 – 85
Постоянный ток через входы/выходы, мА	40	40	40
Тактовая частота, МГц	16	16	16

Для установления дистанции до опасного объекта был выбран гидролокатор HC-SR04. Он предлагает превосходное бесконтактное выявление расстояния с отличной точностью и стабильными показаниями в удобной упаковке. Время, необходимое для отправки и получения волн, будет определять, как далеко объект находится от датчика. Это в основном зависит от звуковых волн, работающих по «бесконтактной» технологии. Требуемое расстояние до целевого объекта измеряется без каких-либо повреждений, давая точные данные (рис. 3).



Рис. 3. Ультразвуковой модуль измерения расстояния HC-SR04

Представленный датчик имеет диапазон от 2 см до 400 см, что является достаточным для его использования на предприятии. Он дает точные детали измерения и имеет точность (разрешение) около 3 мм, что означает, что может быть небольшая разница в расчетном расстоянии от объекта и фактическом расстоянии. Расстояние

прямо пропорционально времени, которое требуется этим волнам для возвращения на приемный конец. Чем больше времени потребуется, тем больше будет расстояние.

Волны будут генерироваться, если вывод Trig будет оставаться высоким в течение 10 мкс. Эти волны будут распространяться со скоростью звука, создавая звуковой импульс с 8 циклами, который будет собираться в выводе Echo. Вывод эха остается включенным в течение времени, которое эти волны берут для перемещения и отскакивают к принимающему концу. Этот датчик в основном совмещается с Arduino для измерения необходимого расстояния. В таб. 2 приведены основные характеристики данного датчика.

Таблица 2

Технические характеристики датчика HC-SR04

Параметр	Значение
Основные части	Передатчик и приемник
Используемая технология	Бесконтактная
Рабочее напряжение	5 В
Рабочая частота	4 МГц
Диапазон обнаружения	От 2 до 400 см
Угол измерения	30°
Рабочий ток	<15мА
Размеры датчика	45x20x15 мм

В качестве элемента, отвечающего за звуковое сопровождение используется пьезоэлемент, который в зависимости от расстояния звучит с разной частотой. Но такие звуки отвлекают и есть вероятность запутаться, поэтому заменим пьезоэлемент на модуль проигрыватель MP3 Mini, который подключается к Arduino. Такой модуль работает вместе с картой microSD, на которую записываются необходимые для воспроизведения файлы (рис. 4).



Рис. 4. Проигрыватель MP3 Mini

Таким образом был проведен анализ и выбор элементов ограничителя движения, позволяющий обеспечить безопасность и комфортную работу слабовидящим на производствах. Работа находится в процессе реализации, на данном этапе система определяет и уведомляет о препятствии работников с инвалидностью по зрению. В

дальнейшем планируется провести анализ других видов опасностей на предприятиях и найти методы по их устранению.

Литература

1. Всемирная организация здравоохранения. Нарушения зрения и слепота. 11.03.18 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> (дата обращения: 08.11.19).
2. Анна Теплицкая Трудоустройство незрячих людей: что говорят закон и юристы. 25.10.18. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://specialview.org/article/advice113> (дата обращения: 09.11.19).
3. Arduino Mega 2560 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardMega2560> (дата обращения: 20.11.19).



Йимер Гетнет Авоке

Год рождения: 1992
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
магистрант, группы № Т41182с,
направление подготовки: 19.04.01 – Биотехнология,
e-mail: getnetddu7@gmail.com



Нсенгумуремый Даниель

Год рождения: 1988
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
аспирант,
направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная
экология и биотехнология,
e-mail: nседансо@yahoo.fr



Баракова Надежда Васильевна

Год рождения: 1954
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент,
e-mail : barakova@corp.ifmo.ru

УДК 555.32

**THE CULTIVATION OF MICROORGANISMS USING RYE GRAIN
RESIDUE AS MEDIA**

G.A. Yimer, D. Nsengumuremyi

Scientific adviser – Associate Professor, Ph.D. N.V. Barakova

Работа выполнена в рамках темы НИР №643202 «Исследование методов и алгоритмов формирования облачных информационных системы».

Annotation

It is necessary to enrich the cereal byproducts with other protein source for animal feed . In this study, the rye grain (pellets), obtained after the hydrolysis of rye grains were enriched using the strain of Escherichia coli (strain Nissle 1917) producers of protein derived by the ecological selection. The starter culture was grown in lysogeny broth (LB) liquid medium. Based on the results, the amount of water-soluble protein obtained during the cultivation of Escherichia coli, strain Nissle 1917 (2.35%) is comparable to the amount of protein obtained during the cultivation of Candida tropicalis strain SK 4 (1.65%), Escherichia coli, strain

ATCC (1.60%) on a grains (precipitate) obtained after hydrolysis and centrifugation with 40% added wort (filtrate) containing carbohydrates. The results obtained in the course of scientific work suggest the prospects for the use of *Escherichia coli* strain Nissle 1917 as the source of the proteins for animal feed.

Keywords

Rye grain, *Escherichia coli*, protein, grains hydrolysis, water-soluble proteins.

Protein is a necessary key ingredient for growth, body maintenance, the fertility of Animals, and directly proportional to the output of milk, meat, eggs, and other products of Animals. Rye (*Secale cereale*) is a great animal fodder cereal, with high energy, but the protein content is low. Thus, additional feed protein sources are required to meet the animals' needs [1].

Microorganisms are an excellent source of single-cell protein, vitamins, and contain beneficial lipids. Microbial protein refers to the dried microbial cell or total protein extracted from pure microbial cell culture of algae, bacteria, filamentous fungi and yeast.

Microorganisms need sugars as a source of energy and minerals such as nitrogen and phosphorus, which are a component of protein. The requirement for minerals during growth can be fulfilled by adding rye wort filtrate. The content of feed protein is directly related to the amount of filtrate added to the grain (pellets). For the preparation of the nutrient medium for a pure culture of a strain of protein microorganisms-producers and its cultivation, it is necessary to add more than 30 % of the filtrate to the grains [2].

The production of Animal feed protein is currently widely used by the yeast genera, mainly the Saccharomycetaceae family of the genus *Candida*. They can grow on a variety of substrates and give a high biomass yield. Yeast strains, *Candida*, are commercially introduced, providing a high biomass yield. However, the investigation has shown the possibility of finding another nonpathogenic protein producer microorganism.

Escherichia coli strain ATCC transformed by incubation with aluminum oxide nanoparticles (Al_2O_3), can be the source of the fluorescent protein RFP [3].

Escherichia coli Nissle 1917 is a nonpathogenic Gram-negative strain used in many gastrointestinal disorders, including diarrhea. The high density, rapid growth rate, and the ability to use pure substrate for growth of *Escherichia coli* Nissle 1917 has permitted the production of various proteins with high yield.

This study aims to increase the protein content of rye precipitate using *Escherichia coli* Nissle 1917 probiotic and the comparison of water-soluble protein concentration produced by the strains of *Candida tropicalis* SK 4 *E coli* ATCC and *E Coli* Nissle 1917. Moreover, the comparison between water-soluble protein concentration of biomass with the addition of the strain of *Escherichia coli* Nissle 1917 was carried out in this study.

The object of the study was the rye first-class crop harvested in 2019. The moisture content and starch content of the rye were determined. The moisture content was determined by using the Shimadzu MOC-120H moisture analyzer. The starch content of the rye was determined by using Polarimeter (PolA AFF55). The determination of the starch content of rye was conducted according to ISO/TC 93- Ewers polarimetric method (ISO/TC 93, 1997).

The rye grains were milled using a DESI-15 shock-activator-disintegrator mill with a five-row roll (Disintegrator mill, Estonia). Then, the milled flour was investigated using a Malvern Mastersizer 2000 laser particle size analyzer (Malvern Panalytical Ltd, UK).

For partial hydrolysis of starch and liquefaction of the mixture, the flour and water in a ratio of 1:3 respectively was prepared in a LOIP LB-163 water bath at a heating rate of 1°C/min with the constant stirring at a temperature of 60°C with the addition of the enzyme preparation 'AmiloLux-ATS.' The hydrolysis of the starch process was carried out for 1 hour. For saccharification of the diluted rye suspension, the enzyme preparation "Glucolux-A" was added, and the process was continued for another 1.5 hours. Further, the temperature of the

saccharified mass was reduced to 55°C, and the enzyme preparation of the bacterial protease ‘Protosubtilin GZx A-120’ was added. After 1 hour, the enzyme preparation of the acid protease ‘Pro100L’ was added, and the proteolysis of wort was carried out for 1 hour.

The determination of the mass fraction of dry substances in the grain wort was carried out in its filtrate by a refractometric method on the Refractometer PTR46 Index Instruments.

The separation of the finished grain wort was carried out by centrifugation for 60 minutes at a centrifugal speed of 4,600 rpm. Drying the resulting solid fraction (grains) was carried out at 60°C in drier cabinet LOIP-LF-25/350-VS2 until the content of the mass fraction of moisture of 6–10%.

The concentration of Alpha-amino nitrogen (FAN) in the filtrate was determined by the Ninhydrin colorimetric method [4].

To enrich the biomass with protein, a 20 g of dried rye solid sediment (grains), 11% moisture content, were dissolved in 180 ml of water in a conical flask. Then, 40% (8 ml) of rye wort (10 % dry matter) were added to the mixture and sterilized at 121°C at 1 atmosphere for 30 min. After sterilization, the mixture was cooled down, and 20 ml of *Escherichia coli Nissle 1917* was inoculated into the mix.

The inoculation of strains of *Escherichia coli Nissle 1917* was carried out in sterile conditions in the laminar cabinet. The growth of strains of *Escherichia coli Nissle 1917* was carried out under aerobic conditions in incubator-shaker (ES-20) at 37 °C at 250 RPM.

After that, all samples (cultural liquid) were incubated for two days (48 hours) in incubator-shaker (ES-20) at 37°C, 250 rpm. After incubation, the samples were dried at 60°C LOIP-LF-25/350-VS2 (Russia) to a moisture content of 11 %.

The concentration of water-soluble proteins of all samples was determined, according to Lowry [5].

Data generated were subjected to analysis of variance (ANOVA) using Origin statistical software (version 6.1) at 5% significance. Measurements were made in triplicate. Results were reported as means ± standard deviations.

Before the hydrolysis, the physicochemical parameters of rye flour were analyzed, and results are presented in tab. 1.

Table 1

Physicochemical parameters of rye flour used for hydrolysis

Physicochemical parameters	Contents, %
Moisture content	8.87 ± 0.13
Starch content	56.01 ± 0.09
Trash impurities	>1

The used rye flour contains 8.87 ± 0.13% moisture content, 56.01 ± 0.098% starch content, and trash impurities up to 1%. The starch is essential during the enzymatic hydrolysis. Usually, the rye flour contains 56–70% starch. The moisture content of rye flour should not exceed 14, the less water in the flour, the better its storage ability.

The concentration of °Brix and free amino nitrogen (FAN) of the filtrate obtained after centrifugation of the hydrolysate were measured, and the results are presented in tab. 2.

Table 2

The nutrient composition of rye filtrate

Parameters	Results
Dry solids, (o Brix)	21.0 ± 0.2
Free Amino Nitrogen, (mg/L)	528.72 ± 1.28

The concentration of dry matter (sugar) in rye filtrate was 21.0 ± 0.2 ($^{\circ}$ Brix), whereas Free Amino Nitrogen content was 528.72 ± 1.28 mg/L. Sugars in the filtrate are the primary carbon and energy sources for food microorganisms, and free amino nitrogen is the source of nitrogen for microbes.

The physicochemical parameters of rye grains (pellets) were determined before and after inoculation. The results are presented in tab. 3.

Table 3

Physicochemical parameters of rye Grain (pellets) before and after the inoculation of *Escherichia coli* Nissle 1917

Parameters	Before inoculation	After inoculation
Moisture content before drying, %	67.9 ± 2.1	–
Moisture content after drying, %	9.97 ± 0.03	11 ± 0.2
Total soluble protein, %	2.244 ± 0.1	2.35 ± 0.25
Color	Light Brown	Brown

The results of water-soluble proteins obtained in this study were compared to other results previously obtained with another type of microorganisms, and results were recorded in tab. 4.

Table 4

The comparison water-soluble proteins obtained from different strains

Medium composition	Strains	Water-soluble protein (% dry matter basis)
Grains + 10%*+	<i>Candida tropicalis</i>	1.05
Grains + 20%*+	<i>Candida tropicalis</i>	1.20
Grains + 30%*+	<i>Candida tropicalis</i>	2.20
Grains + 40%*+	<i>Candida tropicalis</i>	1.65
Grains + 30%*-	<i>E. coli</i> ATCC	1.60
Grains + 40%*-	<i>E. coli</i> Nissle 1917	2.350

*: quantity of wort added to grains

+: reference [2]

-: reference [3]

The results obtained show that the concentration of water-soluble proteins produced by *E. coli* Nissle 1917 was higher compared to other strains used before.

The results of this study suggest the prospects of application of *E. coli* Nissle 1917 in the enrichment of animal feed. Further research is needed to study the total protein content, and the composition produced proteins by *E. coli* Nissle 1917.

References

1. Olstorpe M. *Feed Grain Improvement through Biopreservation and Bioprocessing // Doctoral Thesis*. 2008.
2. Sabirov A.A., Barakova N.V., Nsengumuremyi D., Samodelkin E.A.. Enrichment of the Grains from Rye Wort after Shock-Activator-Disintegrating Processing // *Agronomy Research*. –019.

3. Nsengumuremyi D., Sabirov A.A., Barakova N.V. Analysis of biotechnological properties of the strain of *E. Coli* transformed using nanostructure // Almanac of scientific works of young scientists. 2019. V. 5. P. 80-83.
4. Lie S. The EBC-Ninhydrin Method for Determination of Free Alpha Amino Nitrogen // Brewing Industry Research Laboratory. 1973. V.79. P. 37-41.
5. Waterborg J.H. The Lowry method for protein quantitation // The Protein Protocols Handbook. 2002. P. 7-9.



Мельников Илья Александрович

Год рождения: 1997

Университет ИТМО,

факультет низкотемпературной энергетики,

студент группы № W41552,

направление подготовки: 15.04.04 – Автоматизация

технологических процессов и производств,

e-mail: ilya2033@mail.ru

УДК 62-5

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СЛОИСТЫХ ПЛИТ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

И.А. Мельников

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Л. Лазарев¹

1 – Университет ИТМО

Аннотация

В работе рассматриваются перспективные направления совершенствования системы управления процессом сортировки древесно-слоистых плит. В результате проведенного анализа было выявлено, что одним из приоритетных направлений является разработка и совершенствование подходов по организации сортировки изделий непосредственно на производственном конвейере. Для решения этой задачи предложены методики и критерии, с использованием которых сформулирован обобщенный алгоритм для оперативной сортировки изделий.

Ключевые слова

Производство фанеры, управление, автоматизация, сортировка фанеры, модели производства.

Древесно-слоистые плиты или фанера пользуются повышенным спросом в строительстве и других отраслях промышленности. Это обстоятельство обусловлено их свойствами, такими как: прочность, относительно небольшой удельный вес, устойчивость к воздействию гнилостных бактерий и микроорганизмов, возможность проведения механической обработки и др. [1]. В настоящее время для удовлетворения растущего спроса на такую продукцию, на предприятиях деревообрабатывающей и биотехнологической промышленности внедряется высокопроизводительное оборудование, оснащенное системами автоматизации и управления. В результате повышается культура производства, снижается травматизм, внедряются прогрессивные подходы по оптимизации численности и состава обслуживающего персонала [2, 3].

Одной из важных проблем производства древесно-слоистых плит является периодическое появление брака продукции. Брак возникает по многим причинам: не равномерная нарезка шпона, не равномерное склеивание шпона, появление воздушных карманов в прослойке между листами шпона, наличие сучков, образование гнилостных областей в исходных заготовках, и другие дефекты. Часть из этих дефектов, которая не связана со свойствами используемой древесины, например, наличием сучков, может быть устранена путем совершенствования технологий обработки и оборудования. Этой проблеме уделяется пристальное внимание на производстве.

Помимо совершенствования техники и технологий ведутся разработки новых методов и алгоритмов мониторинга качества продукции в потоке с целью оперативной

сортировки изделий. Одной из таких разработок является многоканальная автоматизированная система контроля качества фанеры [4].

Принцип работы этой системы основан на ударном воздействии специальных головок на лист фанеры, с последующим анализом колебаний по периферии листа. Для проведения такого анализа с помощью специальных технических средств осуществляется преобразование механических колебаний в электрические. Электрический сигнал приводится к унифицированному виду, преобразуется в цифровой код и подается на процессорный элемент. С использованием микропроцессора проводится сравнительный анализ переходных характеристик в разных точках плиты. В результате оцениваются размеры и расположение дефектных областей.

На основе представленной выше технологии предлагается вариант модернизации процесса контроля качества древесно-слоистых плит в потоке.

Целесообразно перейти к системе бесконтактного контроля. Тестирующие испытательные воздействия на листы фанеры осуществлять на основе ультразвуковых импульсов. Информацию об откликах объекта, в виде параметров вибраций в выбранных точках поверхности листа, получать с использованием лазерных дальнометров. Существующие разработки в этой области позволяют фиксировать перемещение поверхности с высокой точностью. Все необходимые технические средства для организации такого контроля выпускаются в промышленных масштабах и доступны по цене. Внедрение предлагаемых решений позволит повысить оперативность и качество процедуры контроля, осуществлять необходимые измерения в конвейерном потоке.

Для повышения объективности контроля целесообразно также анализировать запаздывания, фазовые сдвиги, ослабление амплитуды колебаний и др. На основании результатов анализа определяется местоположение каждого i – ого дефекта и его площадь – S_i , ($i \in I$). Для оценки степени «дефектности» каждого листа предлагается ввести показатель дефектности - η , определяемый из выражения:

$$\eta = \frac{\sum_{i \in I} S_i}{S_0}, \quad (1)$$

где S_0 - площадь плиты.

Для организации процедуры разделения листов фанеры по сортам, для каждого j – ого сорта ($j \in J$), задаются требованиями к показателю дефектности в виде условия:

$$\eta_j(\min) \leq \eta_j \leq \eta_j(\max), \quad (2)$$

где $\eta_j(\min)$ и $\eta_j(\max)$ минимально и максимально допустимые значения показателя дефектности для каждого j – ого сорта ($j \in J$). Значения этих величин фактически определяют свойства, качество каждого сорта фанеры.

На основе (2) производится сортировка выпускаемой продукции по всему диапазону принятых сортов. При таком подходе представляется возможным осуществлять оперативную настройку процедуры разбраковки, под различную номенклатуру сортов изделий исходя из пожеланий различных «заказчиков» и потребителей продукции.

Основная особенность технической реализации предлагаемого подхода состоит в следующем. В конце производственного конвейера устанавливается стрелочный механизм, позволяющий переключать перемещение каждого листа к штабелям

продукции различных сортов. Управление стрелочным механизмом осуществляет специальный компьютер, который также осуществляет измерение значения коэффициента дефектности для каждого листа. При настройке системы, в качестве исходных данных в компьютер вводится номенклатура требуемых сортов фанеры с описанием их свойств в виде условий (2). Таким образом, на выходе производственного процесса происходит сортировка продукции в соответствии с изначально заданной номенклатурой сортов.

Древесно-слоистые плиты различных сортов, с учетом их стоимости, могут быть использованы потребителями такой продукции для различных целей. Такая система сортировки в потоке также позволяет осуществить отбраковку заведомо неприемлемой части продукции ещё до начала отгрузки ее на склад или в экспедицию.

Достоинством предложенного подхода также является то обстоятельство, что с использованием дополнительного программного модуля появляется возможность создавать и пополнять, в процессе производства, статистические базы данных по зависимости сортамента и качества продукции от различных производственных и технологических факторов. С использованием баз данных можно синтезировать математические модели качества и производительности различных сортов продукции в зависимости от влияющих факторов, создавать когнитивные образы производственных процессов [2, 5]. Впоследствии, на основе таких моделей, можно осуществлять оптимизацию производства для различных вариантов целевых функций, например, в составе АСУТП.

Следует отметить, что подобные подходы к созданию систем мониторинга и организации управления являются востребованными и получают распространение в различных отраслях промышленности [3-6].

Литература

1. Поляков С.И. Автоматизация производства древесноволокнистых плит // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2010. № 27. С. 89-93.
2. Управление в условиях неопределенности. Прокопчина С.В., Шестопапов М.Ю., Уткин Л.В., Куприянов М.С., Лазарев В.Л., Имаев Д.Х., Горохов В.Л., Жук Ю.А., Спесивцев А.В.. Под ред. Прокопчиной С.В.. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. 304 с.
3. Лазарев В.Л. Робастное управление в биотехнологической промышленности. Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО. 2015. 196 с.
4. Баранова О.С., Василенко Н.П., Головач В.М., Скрипник И.Ю. Многоканальная автоматизированная система контроля качества фанеры // Труды БГТУ. Серия 1: лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2017. № 2 (198). С. 305-309.
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.
6. Trehan V., Chapman C., Raju P. Informal and formal modelling of engineering processes for design automation using knowledge based engineering // Journal of Zhejiang University: Science A. 2015. V. 16. N 9. P. 706-723.

Николаев Евгений Михайлович

Год рождения: 1997

Университет ИТМО,

факультет пищевых биотехнологий и инженерии,

студент группы №Т41505с,

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

e-mail: nikolaev_evgeniy_97@mai.ru

Молодкина Нелли Ринатовна

Год рождения: 1967

Университет ИТМО,

факультет информационных технологий

и программирования,

д.ф.-м.н., профессор,

e-mail: nrkh25@hotmail.com

УДК 637

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ
БИОЭТАНОЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ОТРАБОТАННОЙ БИОМАССЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ
С БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Е.М. Николаев

Научный руководитель – к.т.н., доцент практики Н.Р. Молодкина

Аннотация

Статья посвящена изучению и анализу перспектив получения биоэтанола в качестве альтернативного топлива из отработанной биомассы микроводорослей с биологических очистных сооружений в рамках принципа безотходного производства и экономики замкнутого цикла.

Ключевые слова

Очистка сточных вод, утилизация отработанной биомассы, получение биоэтанола, переработка микроводорослей, экономика замкнутого цикла.

Неизбежным результатом деятельности человека в природе является загрязнения окружающей среды. Так, после использования воды человеком в своих целях, вода нуждается в очистке перед выпуском в водоём. На очистных сооружениях вода проходит несколько этапов очистки, где, среди прочих, биологический. После биологического этапа очистки сточных вод образуется отработанная биомасса активного ила и/или микроводорослей, которую необходимо утилизировать. Сейчас, чаще всего, отработанную биомассу отправляют на иловые карты или полигоны, таким образом, её экономический потенциал никак не используется. Целью статьи является исследование перспектив получения биоэтанола с использованием отработанной биомассы микроводорослей с биологических очистных сооружений.

В ряде случаев, например, при небольшой подаче и низкой нагрузке на воду вместо аэротенка может использоваться Циркуляционный Окислительный Канал (ЦОК). Эта технология, указанная на рис. 1 и 2, также актуальна на очистных сооружениях в южных регионах нашей планеты, где климатические условия позволяют использовать микроводоросли для очистки (городских) сточных вод.

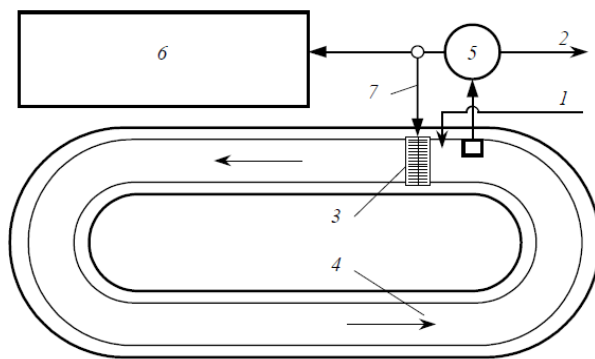


Рис. 1. Схема работы циркуляционного окислительного канала непрерывного действия, где: 1 – поступление сточных вод; 2 – отвод очищенной воды; 3 – механический аэратор; 4 – канал; 5 – вторичный отстойник; 6 – площадки; 7 – циркуляционная биомасса [1]



Рис. 2. ЦОК очистки городских сточных вод непрерывного действия с микроводорослями

Помимо ЦОК очистка может проводиться также в аппаратах закрытого колонного типа. Принцип работы фотобиореактора, изображенного на рис. 3, аналогичен, и его устройство мало чем отличается от ЦОК, но одними из ключевых его преимуществ являются: меньшие габариты, а также дешевизна и простота в обслуживании.



Рис. 3. Фотобиореактор очистных сооружений непрерывного действия с микроводорослями [2]

Получение отработанной биомассы микроводорослей может осуществляться и в лабораторных условиях, как это представлено на рис. 4, с целью изучения перспектив её дальнейшего использования для проведения экспериментов по утилизации и переработки биомассы с очистных сооружений.



Рис. 4. Экспериментальная установка для выращивания микроводорослей в лабораторных условиях [3]

Ценность технологии использования микроводорослей заключается в том, что она позволяет полностью исключить подачу воздуха, барботаж и экономить на этом! Водорослями вырабатывается кислород и происходит потребление питательных компонентов из сточных вод, которые обеспечивают прирост биомассы, в ходе очистки воды. Все, что нужно для существования данной системы: свет, тепло, которое микроводоросли получают от Солнца, а также медленное перемещение водной массы.

Из микроводорослей уже получают липиды, кормовые и пищевые протеины, биогаз, эктоин, который широко используется в фармакологии и косметологии и многое другое, изображенное на рис. 5.

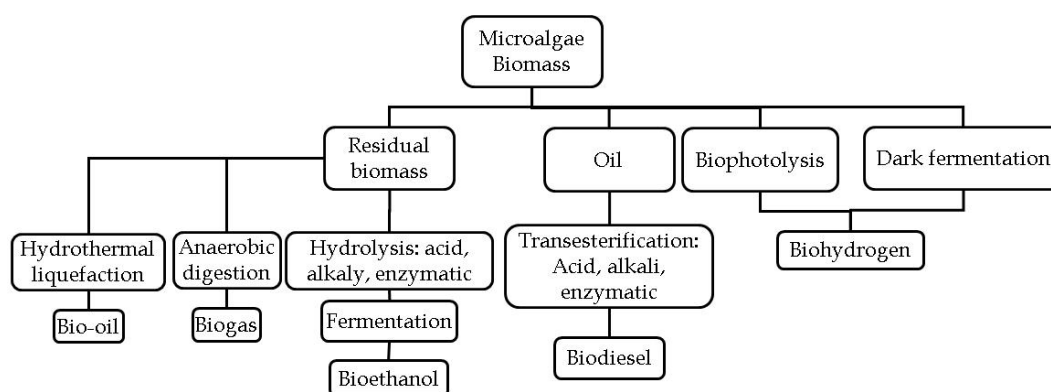


Рис. 5. Схема глубокой переработки микроводорослей

Руководствуясь схемой глубокой переработки микроводорослей, представленной на рис. 5, мы можем заметить, что помимо биогаза, привычно получаемого сейчас на очистных сооружениях, из отработанной биомассы можно также получать и биоэтанол, который нас и интересует [4]...

Занимаясь поиском и анализом литературы по данной теме, была составлена таблица, на которой представлены основные интересующие нас характеристики, а именно – предварительная обработка, которая необходима для разрушения клеточной стенки микроводорослей для интенсификации и вообще хода процесса разложения.

Она может быть кислотной и щелочной, но для имеющейся у нас биомассы использовалась ферментативная.

Известно, что состав ассоциации микроводорослей, участвующая в процессе очистки в открытых системах, претерпевает значительные изменения под действием факторов окружающей среды. Фактически, это живая динамическая система, в которой постоянно меняются как сами виды, так и их количество. В таблице представлена информация о выходе биоэтанола в процессе использования конкретных видов. В нашем случае, главное - это присутствие мешающих факторов, тормозящих процесс образования этанола, в частности некоторые органические кислоты [2-5].

Таблица

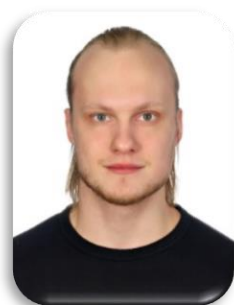
Условия получения биоэтанола из микроводорослей

Микроводоросль	Предварительная обработка	Условия реакции		Ферментатор	(Выход биоэтанола %)
		Темп. (°С)	Время (мин)		
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> *	кислотная	110	30	Saccharomyces cerevisiae	29,2
Chlorococcum sp.	щелочная	120	30		26,1
	кислотная	140	30		10-35
<i>Chlorococcum humicola</i>	кислотная	160	15		52
<i>Nizimuddinia zanardini</i> **	кислотная	120	45	–	–
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	кислотная	100	60	Saccharomyces cerevisiae	2,46
<i>Scenedesmus obliquus</i> ***	кислотная	120	30	–	–
Spirogyra	щелочная	–	120	Saccharomyces cerevisiae	20
	ферментативная	–	–	cerevisiae	4,42
	ферментативная	–	–	Zymomonas mobilis	9,7
Выход глюкозы: * 58%; **70.2%; *** 14.7%					

Подбор оптимальных условий протекания процесса брожения и выбор микроорганизмов, для обеспечения максимально возможного выхода спирта, а также борьба с существующими и вновь обнаруженными в ходе проведения лабораторных исследований лимитирующими факторами, а также предложение по возможной утилизации отработанной биомассы после получения биоэтанола являются основными направлениями дальнейшего развития темы.

Литература

1. Гудков А.Г. Биологическая очистка сточных вод: Учебное пособие. Вологда: ВоГТУ. 2002. 127 с. ISBN 5-87851-174-6.
2. Balat M. Production of bioethanol from lignocellulosic materials via the biochemical pathway: A review. *Energy Conversion and Management* 2010; 52(2) 858-875. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2010.08.013> (дата обращения: 01.03.2020).
3. Goh C.S, Lee K.T. A visionary and conceptual macroalgae-based third-generation bioethanol (TGB) biorefinery in Sabah, Malaysia. as an underlay for renewable and sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2010; 14(2) 842-848. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.001> (дата обращения: 01.03.2020);
4. Chen R. et al. Use of an algal hydrolysate to improve enzymatic hydrolysis of lignocellulose. *Bioresource Technology* 2012; 108(1) 149-154. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2011.12.143> (дата обращения: 01.03.2020).
5. Yoon M. et al. Improvement of saccharification process for bioethanol production from *Undaria sp.* by gamma irradiation. *Radiation Physics and Chemistry* 2012; 81(8) 999-1002. <http://dx.doi.org/10.1016/j.radphyschem.2011.11.035>. Дата обр. 01 03 2020.



Федоров Алексей Сергеевич

Год рождения:
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы Т42103,
направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания
животного происхождения,
e-mail: russian_boyyu@mail.ru



Пликина Анна Викторовна

Год рождения:
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
студент группы Т42103,
направление подготовки: 19.04.03 – Продукты питания
животного происхождения,
e-mail: anya.plickina@yandex.ru



Бучилина Алина Сергеевна

Год рождения: 1995
Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
аспирант группы 7951,
e-mail: alina.buchilina@yandex.ru



Гуенькова Полина Исаевна

Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент,
e-mail: gunkova@itmo.ru

УДК 637.12

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО
И ВЫХОД БЕЛКОВЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

А.С. Федоров, А.В. Пликина, А.С. Бучилина, П.И. Гуенькова
Научный руководитель - к.т.н., доцент П.И. Гуенькова

Аннотация

В работе приведены результаты исследования факторов, определяющих качество и выход белковых молочных продуктов. Показано, что для выработки качественного молочного белкового продукта с высоким выходом целесообразно использовать свежее молоко, хранившееся менее 12 часов с содержанием соматических клеток не более чем $500 \text{ тыс. кл./см}^3$.

Ключевые слова

Белки молока, γ -казеины, соматические клетки молока, продолжительность холодильного хранения молока, молоко-сырьё.

Наиболее ценными компонентами молока, направляемого на выработку белковых продуктов (сыра и творога) являются α_s - и β -казеины и растворимый кальций. Количество в молоко-сырьё α_s -казеинов оказывает влияние на плотность белковых сгустков, оно определяется породой животных и их рационом, концентрация β -казеина кроме этого обусловлена степенью ферментативного гидролиза. Свежее молоко отличается незначительным гидролизом β -казеина под действием нативной протеазы — плазмина, попадающей в молоко из крови животных. Активность плазмина может значительно возрастать в процессе длительного низкотемпературного хранения сырого молока и при заболевании продуктивных животных маститом [1-4].

Свежее молоко, полученное от здоровых животных, имеет небольшое количество продуктов гидролиза β -казеина: от 3-х до 7-ми % γ -казеинов и фосфопептидов, которые при выработке сыра и творога остаются в сыворотке. В молоке, полученном от животных, больных маститом или другими болезнями содержание данных фрагментов может возрасти до 10—15 % и более. Высокое содержание в молоко-сырьё γ -казеинов отрицательно сказывается на его технологических свойствах: сычужной и кислотной свертываемости; структурно-механических и синергических свойствах образующихся сгустков и ведет к значительному снижению качества и выхода вырабатываемых белковых продуктов [1].

При проведении исследований концентрацию γ -казеинов в сыром молоке определяли при помощи модифицированного способа диск-электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ) с додецилсульфатом Na. Сущность метода заключается в разделении и отличии фрагментов β -казеина по их скорости перемещения в ПААГ под действием электрического поля. В методику нами был внесен ряд изменений. При подготовке образцов молока осаждение белков действием кислот и сульфата аммония было заменено использованием нативных белков обраты без их предварительной коагуляции. Состав и способ окраски ПААГ также были несколько изменены, использовался краситель Кумасси бриллиантовый голубой. Концентрацию в образцах молока γ -казеинов определяли используя компьютерную программу ScionImage.

Результаты исследования времени хранения сырого молока при температуре равной 6 ± 2 °C на количество в нем γ -казеинов представлено на рис. 1.

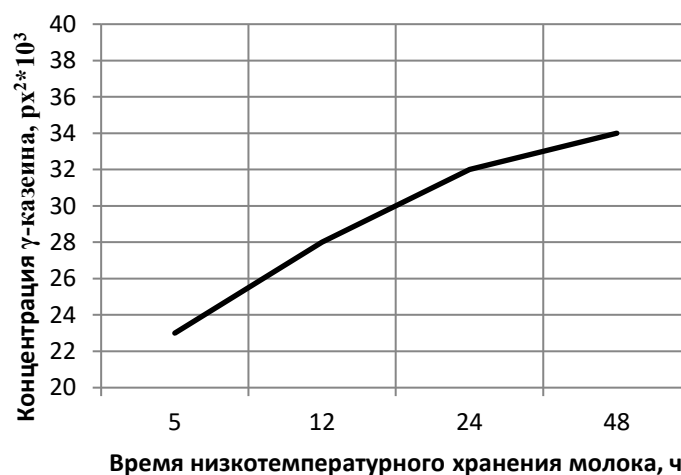


Рис. 1. Воздействие продолжительности хранения молока-сырья на содержание в нем гамма-казеина

Как видно из рис. 1 концентрация γ -казеина в свежем молоке составляла менее 24 тыс. $\rho\chi^2$, через сутки низкотемпературного хранения она увеличилась примерно на 25 %. В течение вторых суток хранения увеличение количества γ -казеина было незначительным. Протеазная активность повышается в молоке коров, больных маститом в различных формах. При различных формах мастита в молоке повышается число соматических клеток, при разрушении которых освобождаются протеиназы, которые возможно стимулируют образование γ -казеина. Результаты определения взаимосвязи между числом соматических клеток (ЧСК) и количеством γ -казеина в молоке-сырье представлены на рис. 2.



Рис. 2. Взаимосвязь между концентрациями в молоке соматических клеток и γ -казеина

На графике на рис. 3 видно, что молоко с ЧСК равным 300 тыс./см³ имеет концентрацию γ -казеина, соответствующую около 20000 $\rho\chi^2$ (что по литературным данным соответствует 3 – 5 %-му его содержанию), при увеличении ЧСК до 900 тыс./см³ количество γ -казеина в молоке увеличивается почти в 4 раза, а в молоке с более высоким ЧСК оно продолжает увеличиваться. Результаты исследования влияния продолжительности хранения молока-сырья при низких температурах на выход белкового молочного продукта представлены на рис. 3.



Рис. 3. Выход белкового продукта из молока с различной продолжительностью хранения

Из графика, представленного на рис. 3 видно, что выход продукта, выработанного из 1т молока, хранившегося в течение 24 ч, снижался примерно на 9 % по сравнению с выходом продукта, произведенного из свежего молока. Выход продукта, выработанного из молока, хранившегося в течение 48 ч по сравнению с выходом из молока, хранившегося в течение 24 ч был незначительно ниже. Качество белкового продукта, полученного из молока-сырья, хранившегося 24 ч, существенно снижалось по сравнению с продуктом из свежего сырья. В продукте повышались содержание влаги (приблизительно на 0,5 %) и кислотность (на 20 °Т), его консистенция становилась неоднородной. Образующийся кислотно-сычужный белковый сгусток был дряблым, количество белка в отделяющейся сыворотке повышалось примерно на 20 %. Продукт из молока, хранившегося в течении 48ч обладал низким качеством аналогичным продукту из молока, хранившегося 24ч.

Наши исследования показали, что для выработки качественного молочного белкового продукта с высоким выходом целесообразно использовать свежее молоко, хранившееся до 12 ч с содержанием соматических клеток не более 500 тыс. кл./см³. Наиболее низкий выход продукта мы фиксировали при переработке молока с числом соматических клеток 900 тыс. кл./см³ и выше.

Литература

1. Гунькова П.И. Биотехнологические свойства белков молока / Гунькова П.И., Горбатова К.К. СПб. ГИОРД. 2015. 216 с. табл., ил.
2. Тепел А. Химия и физика молока [Текст] / Тепел А. Пер. с нем. СПб.: Профессия. 2012. 832 с., табл., ил.
3. Келли А.Л., Фокс П.Ф. Нативные ферменты молока //Молочная промышл. 2007. №6. С. 30-32.
4. Driessen F.M. Inactivation of lipases and proteinases //Bull. of the IDF. 1989. № 238. P. 71-90.



Хуссайте Руба

Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
аспирант,
направление подготовки: 19.06.01 – Промышленная экология
и биотехнологии,
e-mail: rubahussaineh@mail.ru



Сучкова Елена Павловна

Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
к.т.н., доцент,
e-mail: silena07@bk.ru



Забодалова Людмила Александровна

Университет ИТМО,
факультет пищевых биотехнологий и инженерии,
д.т.н., профессор,
e-mail: zabolalova@gmail.com

УДК637.3.04

**РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВА МЯГКИХ СЫРОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ**

Р. Хуссайте, Е.П. Сучкова

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

Работа выполнена в рамках темы в рамках темы НИР-ФУНД №617027 «Ресурсосберегающие экологически безопасные биотехнологии функциональных и специализированных продуктов на основе глубокой переработки продовольственного сырья».

Аннотация

В некоторых исследованиях доказано, что при производстве молочных продуктов, включая сыр, использование различных растительных экстрактов, содержащих антиоксиданты в рецептурах, представляет интерес для потребителей благодаря их способности придавать сыру желаемые сенсорные характеристики и увеличивать срок хранения сыра. В данной статье выполнено справочное исследование о методах экстракции и типах ароматических растений, которые можно применять при производстве сыра для улучшения его сенсорных свойств.

Ключевые слова

Экстрагирование, растительные экстракты, сыр, вкусо-ароматические травы, антимикробные свойства растений.

Сыр является одним из важнейших молочных продуктов, известен во всем мире своим вкусом, высоким содержанием полезных веществ, таких как белки, витамины и минеральные вещества [1].

Одной из наиболее распространенных проблем, возникающих в молочных продуктах, содержащих полиненасыщенные жирные кислоты, в том числе и в сыре, является окисление липидов, а также развитие микроорганизмов, которые приводят к ухудшению качества сыра [2].

В связи с этим, в последнее время научные исследования ориентированы на использование натуральных растительных экстрактов в качестве альтернативы синтетическим добавкам, потому что они считаются безопасными, антиоксидантными и антибактериальными.

Кроме того, добавление этих экстрактов к различным молочным продуктам, в том числе сыру, обогащает эти продукты нутрицевтиками. Так что молочная промышленность должна использовать инновационные способы улучшения функциональности традиционных молочных продуктов, которые могут значительно повысить ценность и потенциальные эффекты, влияющие на сохранение здоровья потребителей [3]. Поэтому важное значение приобретает изучение свойств и получение экстрактов из ароматических растений.

В этой статье мы рассмотрим традиционные и современные методы извлечения, а также эффективность и селективность этих методов, кроме того, мы рассмотрим типы ароматических растений, которые можно использовать при производстве сыра для улучшения его свойств, а также увеличение срока его годности.

1. Методы извлечения

1.1 Традиционные методы извлечения

Традиционные методы извлечения имеют много ограничений, таких как большой расход реагентов, высокие энергозатраты и, в основном, высокотемпературные условия в течение длительного времени, отражающиеся в разложении активных соединений и, следовательно, в потере качества [4].

Рассмотрим некоторые традиционные методы извлечения, которые заключаются в следующем:

Мацерация

В этом процессе сырое лекарственное растение целиком или грубого помола помещают в закрытый контейнер с растворителем и оставляют при комнатной температуре на 3 суток с частым перемешиванием до полного растворения вещества. Смесь (влажный твердый материал) затем прессуется, полученный жидкий экстракт очищается путем фильтрации или декантации после отстаивания [5].

Есть формы мацерации, при которых используется мягкий нагрев во время процесса извлечения, когда умеренное повышение температуры способствует улучшению эффективности работы растворителя, таким образом, возрастает выход веществ из растительного сырья [5].

Паровая дистилляция

Паровая дистилляция представляет собой тип дистилляции (процесс разделения или экстракции) для чувствительного к температуре сырья, такого как природные ароматические соединения. Когда-то это был популярный лабораторный метод очистки органических соединений, но он устарел. Паровая дистилляция по-прежнему важна в некоторых отраслях промышленности. Паровая дистилляция является одним из древних и официально одобренных способов выделения эфирных масел из растительных материалов. Растительные материалы, загружаемые в аламбик (перегонный куб), подвергаются воздействию пара без мацерации в воде.

Инъецированный пар проходит через растения от основания аламбика до верха. Схема лабораторного аппарата для паровой дистилляции представлена на рис. 1.

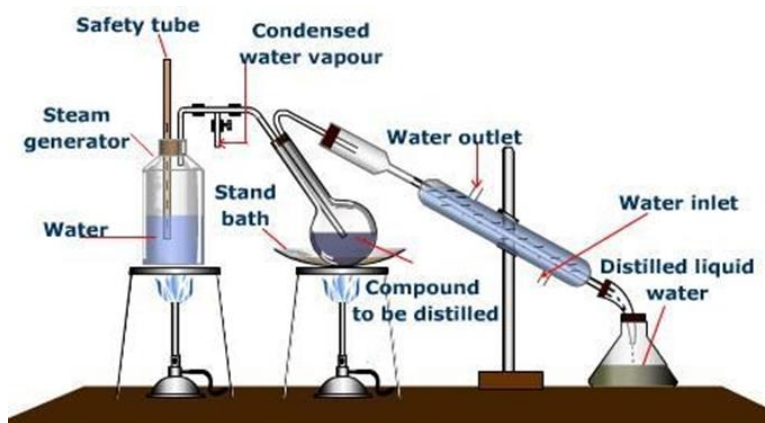


Рис. 1. Схема аппарата для паровой дистилляции

Пар функционирует как агенты, которые разрушают поры сырья и выделяют из него эфирное масло. Система дает смесь пара и выделяемого эфирного масла. Затем этот пар конденсируется и эфирное масло собирается на поверхности устройства (RaiR. andSureshB., 2004). Если эфирное масло легче воды, оно собирается на поверхности отстойников, в случае, когда масло тяжелее воды, оно собирается на дне приемника, а избыток воды сливается через верхнюю часть колбы. Принцип этого метода заключается в том, что суммарное давление пара равно атмосферному давлению при температуре 100°C , так что летучие компоненты с температурой кипения от 150 до 300°C могут выпариваться при температуре, близкой к температуре кипения воды. Кроме того, этот метод можно также проводить под давлением в зависимости от сложности экстракции эфирных масел [6].

Извлечение с помощью прибора Сокслета

При применении этого метода тонкоизмельченный растительный препарат помещают в пористый мешок или «наперсток» из прочной фильтровальной бумаги, помещенной в камеру E аппарат Сокслета (рис. 2).



Рис. 2. Аппарат Сокслета

Экстрагирующий растворитель в колбе (стакане) нагревается, и его пары конденсируются в конденсаторе. Конденсат растворителя капает в наперсток, в котором находится растительный препарат и извлекает из него при контакте экстрактивные вещества. Когда уровень жидкости в экстракционной камере поднимается до верха сифонной трубки, содержимое камеры перекачивается в колбу (стакан). Этот процесс является непрерывным и проводится пока капля растворителя из сифонной трубки не оставляет остатка, когда испаряется. Преимущество этого метода по сравнению с ранее описанными методами заключается в том, что из большого количества лекарственного сырья могут быть извлечены вещества с использованием меньшего количества растворителя. Это влияет на огромную экономию с точки зрения времени, энергии и, следовательно, финансовых затрат. В небольших масштабах это используется только как периодический процесс, но он становится намного более экономичным и жизнеспособным при преобразовании в процедуру непрерывной экстракции на среднем или большом масштабе [5].

1.2 Современные методы извлечения

Традиционные методы широко применялись в последние десятилетия. Однако эти методы имеют некоторые недостатки, а уровень развития технических средств повышается. В связи с этим возрастает потребность в альтернативных методах, которые позволяют извлекать соединения с повышенной скоростью и высоким качеством, более экономичных и эффективных и, оказывающих меньшее воздействие на окружающую среду.

Сверхкритическая жидкостная экстракция (SFE)

Сверхкритическая жидкостная экстракция (SFE) использует сверхкритический флюид (SF) в качестве экстракционного растворителя. SF имеет растворимость, сходную с жидкостью и схожую с газом, и способен растворять более разнообразное натуральное сырье. Их сольватирующие свойства резко изменяются вблизи критических точек при незначительных изменениях давления и температуры. Сверхкритический диоксид углерода (S-CO₂) широко используется в SFE, из-за его привлекательных свойств, таких как низкая критическая температура (31 °C), селективность, инертность, низкая стоимость, нетоксичность и способность извлекать термолабильные соединения. Низкая полярность S-CO₂ делает его идеальным для извлечения неполярных натуральных компонентов, таких как липиды и эфирные масла. Conde-Hernandez экстрагировал эфирное масло розмарина (*Rosmarinus officinalis*) экстракцией S-CO₂, гидродистилляцией и паровой дистилляцией. Он обнаружил, что выход эфирного масла и уровень антиоксидантной активности SFE полученных CO₂-экстрактов был выше, чем при применении других методов [7]. Другие исследования показали, что сверхкритический диоксид углерода, модифицированный 2% этанолом при 30 МПа (300 бар) и 40 °C дал более высокую селективность извлечения алкалоида винбластин (противоопухолевый препарат) из катарантуса розового, который на 92% более эффективен для экстракции винбластин по сравнению с традиционными методами экстракции [8]. Сверхкритическая жидкостная экстракция имеет ряд преимуществ перед другими видами (рис. 3).

Ультразвук имеет главное преимущество – более короткое время реакции, использование небольших количеств материала, эффективный и минимальный расход растворителей, а также увеличение пропускной способности пробы. Кроме того эта процедура является простой и относительно недорогой технологией, которая может использоваться как в небольших, так и в больших масштабах фотохимической экстракции. Это очень важно для выделения и очистки биологически активных веществ.

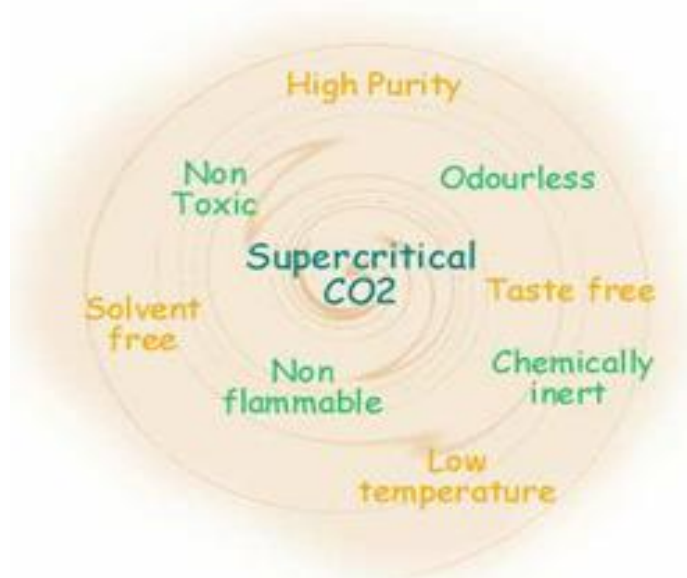


Рис. 3. Преимущества SCO_2 экстракции

Ультразвуковая экстракция (UAE)

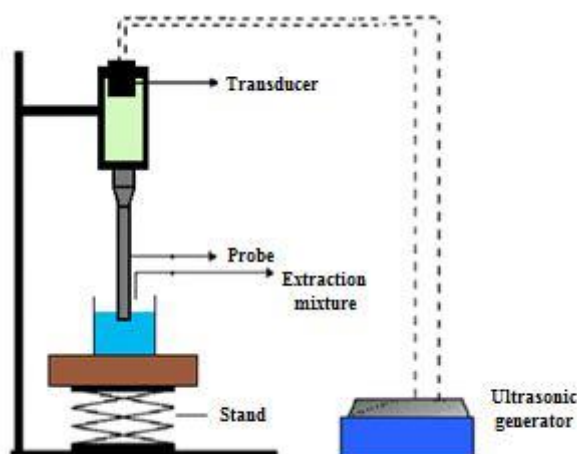


Рис. 4. Ультразвуковая экстракция

UAE предполагает использование ультразвука в диапазоне от 20 кГц до 2000 кГц (рис. 4). Механический эффект акустической кавитации от ультразвука повышает поверхностный контакт между растворителями и образцами и проницаемость клеточных стенок. Физические и химические свойства материалов, подвергаемых воздействию ультразвука, изменяются и разрушают стенки растительных клеток; облегчая высвобождение соединений и увеличивая массоперенос растворителей в растительные клетки [9].

2. Пряно-вкусовые и пряно-ароматические растения

Пряно-вкусовые и пряно-ароматические растения широко применяются в пищевой промышленности для улучшения органолептических свойств разнообразных продуктов. Помимо этого, благодаря своей высокой антиоксидантной активности, способствуют сохранению исходного качества продуктов длительное время, повышая

их хранимоспособность. Традиционно используются различные виды растений, определенный интерес для нас представляют те, которые по своим свойствам могут найти применение в производстве сыров.

Розмарин (*Rosmarinus officinalis* L.) представляет собой достаточно широко используемый пищевой ингредиент для ароматизации и известен, как традиционное лекарственное растение вследствие его антибактериальных, антиалкогольных, антиоксидантных, и антиревматических свойств. Фенольные соединения, ответственные за антиоксидантную активность розмарина, представляют собой в основном фенольные дитерпены, такие как карнозол, карнозацетин, розманол, эпирозманол и изорозманол, циклическая структура которых приведена на рис. 5 [10].

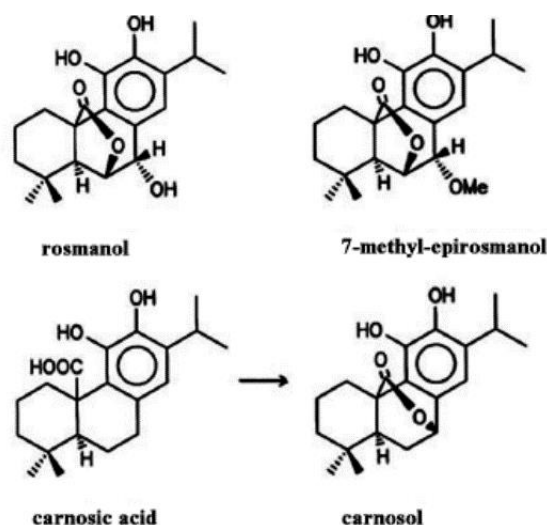


Рис. 5. Структуры некоторых антиоксидантов в экстрактах розмарина

Тмин. Семена черного тмина (*Nigella Sativa* L.), также называемого римским кориандром *nigella*, происходит из Южной и Юго-Западной Азии и выращивается в больших масштабах в тропиках, субтропиках и умеренных регионах, таких как Центральная Европа. В зависимости от ареала произрастания и условий выращивания семена Нигеллы содержат более ста различных летучих компонентов. Семена черного тмина имеют в длину около 0,3 см и имеют черный цвет. Семена содержат фиксированные и эфирные масла, алкалоиды, белки и сапонин. Большая часть биологической активности была отнесена к основным компонентам эфирного масла - тимохинону (24,5-57%), *p*-цимену (10,7-40,3%), α -туйену (1,9-8,2%), карвакролу (2, 2-4,5%), 4-терпинеолу (1,9-4,5%).

Тимьян содержит много флавоноидов, фенольных антиоксидантов, таких как зеаксантин, лютеин, пигмин, нарингенин, лютеолин и тимонин. Свежая трава тимьяна имеет один из самых высоких уровней по количеству антиоксидантов среди трав. Он содержит минеральные вещества и витамины, которые необходимы для поддержания здоровья. Его листья являются одним из богатейших источников калия, железа, кальция, марганца, магния и селена. Тимол является основным фенольным компонентом, который в первую очередь ответственен за антиокислительную активность растения. Трава тимьяна, обладает острым вкусом и содержит влагу, белок, жир, пищевые волокна, Ca, K, Na, Fe, P, витамин A, B и витамин C. Основным компонентом масла, экстрагированного из тимьяна, является тимол [11].

Душица (орегано). Исследования показали, что эфирное масло орегано может убивать пищевые патогены, такие как листерия и супербактерии. По данным некоторых исследований у орегано обнаружена максимальная общая антиоксидантная

способность и выявлено максимальное содержание фенола по сравнению с некоторыми другими травами, такими как лабиата, тимьян, шалфей, розмарин, мята и сладкий базилик.

3. Антимикробные свойства некоторые ароматических растений

Антимикробные свойства ароматических растений могут быть успешно использованы для предотвращения процессов порчи и роста патогенных бактерий в молочных продуктах, включая сыры. Было обнаружено, что фенольные соединения, такие как чайные катехины, олеуропеин, феруловая кислота, эллаговая кислота и кумаровая кислота, предотвращают рост некоторых патогенных бактерии (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis* и *Listeria monocytogenes*) и грибов (таблица) [12].

Таблица

Антимикробные свойства некоторых ароматических растений против видов микроорганизмов

Ароматические растения	Микроорганизмы
Чеснок	<i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , mycotoxigenic <i>Aspergillus</i> , <i>Candida albicans</i>
Лук	<i>Aspergillus flavis</i> , <i>Aspergillus parasiticus</i>
Корица	Mycotoxigenic <i>Aspergillus</i> , <i>Aspergillus parasiticus</i>
Гвоздика	Mycotoxigenic <i>Aspergillus</i>
Горчица	Mycotoxigenic <i>Aspergillus</i>
Орегано	Mycotoxigenic <i>Aspergillus</i> , <i>Salmonella</i> spp.,
Розмарин	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Vibrio</i> <i>parahaemolyticus</i>
Шалфей	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Vibrio</i> <i>parahaemolyticus</i>
Тимьян	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>

Заключение

Антибактериальное и выраженное антиоксидантное действие растений обусловлено наличием в их составе фенольных соединений, которые представляют собой биологически активные соединения. Свежие или сушеные травы, которые используются при производстве молочных продуктов, в том числе сыра, для придания вкуса, запаха и аромата, могут замедлять развитие микроорганизмов и процессов порчи в продукте, а экстракты из растений будут полезными с точки зрения увеличения разнообразия и функциональности биологически активных соединения в качестве природных консервантов и антиоксидантов.

Литература

1. Badmos A.A., Ahmad-el Imam A., Annongul A.A., Yusuffl A.T., Kayode R.M.O, Salami K.O., Ahutul I.A. and A.O. Lawal. Preservative effects of aqueous and ether extracts of *Aframotum melegueta* on West African soft cheese. *Bang. J. Anim. Sci.* 2017, 46 (1). P. 51-56.
2. Fennema O.R. (1999) *Food Chemistry*. 3rd Edition, Marcel Dekker, New York. 1067.

3. Samah M. El-Sayed, Ahmed M. Youssef .Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products.18 June 2019. journal homepage: www.heliyon.com.
4. F Michelon Dalla Nora¹, 2 Caroline Dellinghausen Borges¹.Ultrasound pretreatment as an alternative to improve essential oils extraction. *Ciência Rural*, Santa Maria. v.47: 09. e20170173. 2017.
5. Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants.© United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology. 2008.
6. Techniques For Extraction of Essential Oils From Plants. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 10 (16) November 2016. P. 117-127.
7. Conde-Hernandez L.A., Espinosa-Victoria J.R., Trejo A., Guerrero-Beltrán J.Á. CO₂-supercritical extraction, hydrodistillation and steam distillation of essential oil of rosemary (*Rosmarinus officinalis*). *J Food Eng*. 2017; 200:81–6.
8. Falcão M.A., Scopel R., Almeida R.N., do Espírito Santo A.T., Franceschini G., Garcez J.J., Vargas R.M.F., Cassel E. Supercritical fluid extraction of vinblastine from *Catharanthus roseus*. *J Supercrit Fluids*. 2017; 129:9–15.
9. Gizir A.M., Turker N., Artuvan E. Pressurized acidified water extraction of black carrot [*Daucus carota* ssp. sativus var. atropurpureus Alef.] anthocyanins. *Eur Food Res Technol*. 2008; 226(3): 363–70.
10. Cuvelier M.E., Berset C. and Richard H. Antioxidant Constituents in Sage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.1994, 42. P. 665-669.
11. Sharangi A.B., Guha S. Wonders of leafy spices: Medicinal properties ensuring Human Health. *Science International*. 2013; P. 312-317.
12. Bhattacharyya S., Chakraborty C., Moitra S., Bandyopadhyay K. 2017. Potential application of milk and milk products as carrier for herpes and spices: a Review. *Int. J. Eng. Res. Sci. Technol*. 6. 113–124.

СОДЕРЖАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ «ПИЩЕВЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖЕНЕРИИ; НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА; ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ».....	4
Алексеев Д.С. ВОПРОСЫ УТИЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ КЛАССА «А» В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА.....	5
Ануфриенко Я.В., Павлова А.С., Савоскула В.А., Сергиенко О.И. ОБРАЩЕНИЕ СО СТРОИТЕЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В СТРАНАХ РЕГИОНА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ.....	9
Атереков С.С. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СИНТЕЗА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПАСТЕРИЗАЦИИ СЛИВОК.....	13
Варик В.С. ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ИНГРЕДИЕНТОВ ИЗ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ.....	17
Веденский В.О. ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ХРАНИЛИЩ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТАБАЧНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	22
Вирабян Д.Г., Войтик В.И. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА СОВРЕМЕННОМ КОФЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	26
Вирабян Д.Г., Войтик В.И. КОФЕЙНЫЙ ЖМЫХ КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И БИОЭНЕРГИИ.....	30
Возыкова С.Д. ОЦЕНКА КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИМИ ДОРОЖНЫМИ КАРТАМИ КОРПОРАЦИЙ.....	35
Вольф М.Н., Козлов Д.Н. РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРОВ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В СЖАТЫХ ГАЗАХ МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ.....	40
Глухова А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЧАЙНОГО ГРИБА <i>MEDUSOMYCES GISEVII</i>	46

Гнездилова Е.А., Тимофеева И.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЛЫХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.....	49
Гордыгина Н.О., Чикилёв В.В., Юльметова Р.Ф., Зачепило Т.Г. ОСОБЕННОСТИ СТРЕСС-РЕАКЦИИ МОЗГА МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ СЛАБОГО ЭЛЕКТРО-МАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	52
Данилюк М.А. АНАЛИЗ ПОТРЕБНОСТЕЙ И ОЖИДАНИЙ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ СТОРОН В РАМКАХ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА.....	57
Добровольская М.В., Агембо Э., Баракова Н.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУЛЬВОВОЙ КИСЛОТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЕЛКА ИЗ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА.....	62
Ерёменко А.А., Сергиенко О.И., Павлова А.С., Савоскула В.А. ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО СИМБИОЗА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЕКТА CREA-RE-RU.....	66
Ефимов Р.Д. РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА ОРГАНИЗАЦИИ НА МЕТОД ИСТИРАНИЯ ПАРААРАМИДНЫХ НИТЕЙ.....	73
Жуененков А.С. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК ПЕРЕД ПРОКАТОМ.....	79
Иванова В.В., Кустикова М.А. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ НА ЯМАЛЕ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	83
Ишутина Е.О., Василевская А.В. ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ТЕРРИТОРИЮ ООПТ.....	86
Кабыш О., Яккола А.Н., Мануйлов А.Н., Абрамзон В.В., Гришина Е.С., Наумов И.А. КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ИЗ РЫБ СЕМЕЙСТВА ЛОСОСЕВЫХ С НЕРЕСТОВЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ.....	91
Кадникова О.Ю., Черезова А.С. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ Р. ВОЛКОВКИ.....	96

Калашникова Е.А., Сергиенко О.И. ВНЕДРЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОФЕЙНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	99
Kantsulina A.M. SOCIAL ASPECT OF CIRCULAR ECONOMY IN TEXTILE INDUSTRY IN RUSSIA, CHINA, LATVIA AND SPAIN.....	102
Коваленко А.Н., Коптюхов А.О. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ЛОВУШКИ РАСПЛАВА КОРИУМА ПРИ ТЯЖЕЛЫХ АВАРИЯХ АЭС.....	107
Серебров А.П., Лямкин В.А., Коваленко А.Н., Коптюхов А.О. ТЕПЛОВЫЕ РЕЖИМЫ УСТРОЙСТВА ВВОДА УЛЬТРАХОЛОДНЫХ НЕЙТРОНОВ ДЛЯ РЕАКТОРА ПИК.....	110
Кованов А.В. ОБЗОР РЫНКА СПИРАЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ, НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ.....	113
Кузнецова К.Г., Коржова А.Е., Молодкина Н.Р. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАНДАРТИЗОВАННЫХ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДАМ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОДЕСТРУКЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	120
Кравцов А.Я., Сергиенко О.И. ИДЕНТИФИКАЦИЯ НАИЛУЧШЕЙ ДОСТУПНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПЛАСТИКА В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ.....	125
Кулишов Б.А., Максимук О.С., Федоров А.В. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ УСЫХАНИЯ ХЛЕБНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ВЫПЕЧКЕ.....	130
Лобова Е.В. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЯ.....	137
Лунчиков И.С., Быковская Е.А. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И МОДЕРНИЗАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ.....	140
Малышева М.О. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	145
Мальшикина В.М. ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В КОНТРОЛЕ И УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ.....	151

Мартыненко К.В., Малышева О.В., Коржова А.Е., Красильников А.Д., Мешавкин С.С., Коршак К.А. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ.....	154
Маслова С.С., Василевская А.В. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМ СОВРЕМЕННЫХ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ.....	160
Маюрова А.С., Кустикова М.А. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ АНАЛИЗА ПЕРВИЧНЫХ УСЛОВИЙ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПЕРВЫХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ХОЗЯЕВ <i>OPISTHORCHIS FELINEUS</i>	164
Миниахметова А.В., Сергиенко О.И. ПРИМЕНЕНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ И БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА.....	168
Мионов Г.И. КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ КАК ЭФФЕКТИВНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА ДОЖИГАНИЮ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ.....	174
Назарова А.В., Ефремова В.Е., Молодкина Н.Р. ПРОБЛЕМА УСТРАНЕНИЯ НЕПРИЯТНЫХ ЗАПАХОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА.....	177
Назаровская Д.А., Кошечкина Е.Д., Симаков М.С., Кривошапкина Е.Ф. БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ТАНТАЛА.....	181
Некрасова Е.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СБОРА ИНФОРМАЦИИ И РАНЖИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ СОБЫТИЙ ПО УРОВНЯМ TIER 1 – TIER 4.....	188
Непомнящий А.П., Шарова Н.Ю. СПОСОБНОСТЬ ШТАММА <i>STREPTOMYCES SPECIES 170</i> К БИОСИНТЕЗУ ИНГИБИТОРА ГЛИКОЗИДАЗ В ПРОЦЕССЕ ДЛИТЕЛЬНОГО НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ХРАНЕНИЯ.....	192
Олимов М.М. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	196
Петров Е.Т., Паршин В. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ПРОЦЕССАХ СЖИЖЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СМЕСЕЙ.....	199

Перселегина Е.А., Конопелько Л.А. ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ ФАКТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АБРАЗИВНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИСТИРАНИЯ СПЕЦОДЕЖДЫ ХАРАКТЕРИСТИКАМ, ПРИВОДИМЫМ В СТАНДАРТЕ.....	204
Пестриков С.В. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ БИОРЕАКТОРОМ В СОВРЕМЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	207
Пивоваров А.С. АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ.....	213
Позднякова В.В., Кустикова М.А. СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	217
Попова И.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИПОЛИТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	220
Попчук В.В. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ, ПОЛУЧЕННЫХ КАК ОТХОДЫ ИЛИ ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	224
Принцева А.А. СИНТЕЗ ФЕРМЕНТА ИНВЕРТАЗЫ ШТАММОМ ASPERGILLUS NIGER Л-4 ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА РАЗЛИЧНЫХ УГЛЕВОДСОДЕРЖАЩИХ СУБСТРАТАХ.....	229
Рогожина А.А. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ ООО «НОВЫЙ СВЕТ – ЭКО».....	234
Роголев А.И., Банарь С.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	241
Рой В., Маюрова А.С. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ИСТОЧНИКОВ ЗАРАЖЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ХМАО-ЮГРЫ.....	247
Садкова С.Н., Савоскула В.А. РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПЕРСОНАЛА В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЯ.....	251

Санкина Ю.Н., Сулин А.Б. ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ЭНЕРГОМОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ.....	255
Сенчихина А.С., Федоров А.В., Волков С.М. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ФОСФАТИДОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЛАХ МЕТОДОМ МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ ПОТЕНЦИОМЕТРИИ.....	259
Снытко Ю.Н., Тюрикова Е.П., Кустикова М.А. ИЗМЕРЕНИЕ ФРЕОНОВ В ДЛИННОВОЛНОВОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА ОТ 8 ДО 10 МКМ.....	265
Ступников А.В., Кустикова М.А. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОПУЛЯЦИЙ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ.....	271
Тауберт Е.А., Динкелакер Н.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ФИТООЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ.....	274
Тимофеева И.В. АНТРОПОГЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В КОМПОНЕНТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	282
Токбаева А.А. ВЛИЯНИЕ СОКА БОРЩЕВИКА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СПИРТОВЫХ ДРОЖЖЕЙ.....	285
Толкунова Ю.И. ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ НА ОСНОВЕ IT ТЕХНОЛОГИИ.....	289
Тюрикова Е.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ В ОЦЕНКЕ ЛИНЗОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ШИРОКОГО ПРОФИЛЯ.....	294
Устинов К.Э. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПЛАТФОРМ.....	297
Федорова Н.С. СОЗДАНИЕ СВЯЗУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БАВ.....	300

Черепович Д.С., Сергиенко О.И., Савоскула В.А. ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРИЛИВНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.....	303
Шаталова Ю.С. РАЗРАБОТКА ОТРАСЛЕВЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ ISO 45001:2018 НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ТРАВМАТИЗМА.....	308
Шилин А.С., Лысёв В.И., Рубцов А.К. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ПОМЕЩЕНИИ.....	313
Щеховский Е.А., Кустикова М.А. УНИКАЛЬНОСТЬ ПЕЩЕР-ШТОЛЕН НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ.....	319
Юшкова Е.Д., Назарова Е.А., Кривошапкин П.В., Кривошапкина Е.Ф. ДВА ПОДХОДА К ИММОБИЛИЗАЦИИ ФЕРМЕНТА НА КЕРАМИЧЕСКИХ МЕМБРАНАХ.....	324
Ястремский Б.В. ВЫБОР ПРИОРИТЕТОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКОНОВЫХ ЗАГОТОВОК.....	329
Яхьярова Д. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ОГРАНИЧИТЕЛЯ ДВИЖЕНИЯ СЛАБОВИДЯЩИХ НА ПРОИЗВОДСТВАХ.....	334
Yimer G.A., Nsengumuremyi D. THE CULTIVATION OF MICROORGANISMS USING RYE GRAIN RESIDUE AS MEDIA.....	340
Мельников И.А. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СЛОИСТЫХ ПЛИТ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ.....	345
Николаев Е.М. ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЭТАНОЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТРАБОТАННОЙ БИОМАССЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ С БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	348
Федоров А.С., Пликина А.В., Бучилина А.С., Гунькова П.И. РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВА МЯГКИХ СЫРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ.....	353
Хуссайне Р., Сучкова Е.П. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО И ВЫХОД БЕЛКОВЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	357

АЛЬМАНАХ НАУЧНЫХ РАБОТ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ УНИВЕРСИТЕТА ИТМО

Том 1

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Дизайн обложки

Н.А. Потехина

Вёрстка

Я.Я. Платунова

Подписано к печати 25.11.2020

Заказ № 4369 от 25.11.2020

Тираж 100 экз.

Печатается в авторской редакции