



*Году добровольца
и волонтера
в России
посвящается*

*В рамках
Фестиваля науки
в Тамбовской
области*



ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

ВЫПУСК X

**ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА,
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ, ПРИБОРЫ
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЕ
БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ЭНЕРГЕТИКА, ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО, ТРАНСПОРТ
ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ
ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Научное электронное издание

**Тамбов
Издательство ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2018**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Российская экологическая академия
Ассоциация «Объединенный университет им. В. И. Вернадского»
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

**Сборник научных статей
молодых ученых, аспирантов и студентов**

Выпуск X

**Информатика, вычислительная техника, информационные системы
Системный анализ и управление, приборы
Материаловедение, нанотехнологии, машиностроение
биотехнология, биомедицинская инженерия
технология продуктов питания
Процессы и аппараты химических и других технологий
Энергетика, энергоснабжение, Энергосбережение
Архитектура и строительство, транспорт
Экономика, управление качеством продукции
Проблемы техногенной безопасности**

Научное электронное издание



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2018

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, проф. С. И. Дворецкий (ответственный редактор);
д-р техн. наук, доц. М. В. Соколов (зам. ответственного редактора);
д-р техн. наук, проф. В. И. Леденев; д-р техн. наук, проф. В. В. Леденев;
д-р пед. наук, проф. Н. П. Пучков; д-р ист. наук, проф. А. А. Слезин;
д-р техн. наук, проф. Н. С. Попов; д-р техн. наук, проф. С. В. Пономарев;
д-р техн. наук, доц. П. В. Монастырев; д-р техн. наук, проф. О. С. Дмитриев;
д-р физ.-мат. наук, проф. Г. М. Куликов; д-р техн. наук, проф.
Ю. Ю. Громов; д-р техн. наук, проф. Н. Ц. Гатапова; д-р техн. наук, проф. А. Г. Ткачев;
д-р техн. наук, проф. Д. М. Мордасов; д-р техн. наук, проф. Г. С. Баронин; М. А. Евсейчева

П78 **Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития** [Электронный ресурс] : сб. науч. ст. молодых ученых, аспирантов и студентов / ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – Вып. X. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 00,0 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-8265-1982-0

В сборнике представлены статьи участников отборочного тура программы У.М.Н.И.К. 2018 г. в рамках Тринадцатой межвузовской научной студенческой конференции Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития», а также молодых ученых, аспирантов и студентов по приоритетным научным направлениям университета: исследования в области естественных наук; технология продуктов питания; биотехнология, биомедицинская инженерия; энергетика, энергоснабжение, энергосбережение; радиотехника и связь; системный анализ и управление, приборы; проблемы техногенной безопасности; архитектура и строительство; материаловедение, нанотехнологии, машиностроение; процессы и аппараты химических и других технологий; информатика, вычислительная техника, информационные системы; экономика, управление качеством продукции.

Материалы могут быть полезны преподавателям, аспирантам, студентам-исследователям, а также инженерно-техническим работникам различных отраслей промышленности.

ББК я43

Сборник подготовлен по материалам, предоставленным в электронном варианте, и сохраняет авторскую редакцию.

Все выпуски сборника размещены в Научной электронной библиотеке (РИНЦ) elibrary.ru

Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Незаконное копирование и использование данного продукта запрещено.

ISBN 978-5-8265-1643-0 (общ.)
ISBN 978-5-8265-1982-0 (вып. X)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2018

УДК 539.21:541.18

*А. В. Тришина, Н. О. Сафонова**

ПОДБОР ПАВ МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ГИДРОФОБИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ПИГМЕНТОВ

Важным условием получения выпускных форм пигментов, например в виде фляш-паст или легкодиспергируемых пигментов (Easily Dispersible, ED Pigments) является гидрофобность поверхности пигмента или ее гидрофобизация в ходе процесса [1]. Подбор поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые помогут гидрофобизировать ее, является нетривиальной задачей и требует достаточно большого количества натуральных экспериментов.

Нами предлагается расчетный метод прогнозирования потенциала гидрофобизации ПАВ для конкретного пигмента, основанный на изучении сорбционной активности пигмента следующими методами:

- ориентационное взаимодействие диполей;
- молекулярный электростатический потенциал;
- теория граничных орбиталей.

Ориентационное взаимодействие диполей отвечает за вклад в ван-дер-ваальсовы силы взаимодействия постоянных диполей [2]. Энергия ориентационного взаимодействия пропорциональна произведению дипольных моментов взаимодействующих молекул. Исходя из этого, оценку силы ориентационного взаимодействия будем проводить на основании дипольных моментов участков молекулы. Данная оценка будет показывать сорбционную способность по отношению к полярным веществам, таким как вода и полярная часть ПАВ.

Молекулярный электростатический потенциал (МЭП) позволяет локализовать места присоединения заряженных частиц [3]. Изучение карт МЭП позволяет определить возможные места сорбции молекул с хорошо локализованным положительным или отрицательным зарядом, т.е. электрофильные или нуклеофильные свойства поверхности. Минимумы МЭП соответствуют локализации нуклеофильных участков, максимумы – электрофильных.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» А. А. Дегтярева.

Метод граничных орбиталей (Фукуи) позволяет предсказывать нуклеофильные и электрофильные свойства молекулы по энергии верхней занятой молекулярной орбитали (ВЗМО) и нижней вакантной молекулярной орбитали (НВМО) [4]. На основании знака энергии НВМО определяются электрофильные (отрицательный) либо нуклеофильные (положительный) характеристики молекулы в целом. Конкретные места сорбции определяются в зависимости от жесткости/мягкости соединения по зарядам на атомах (жесткие) либо граничной плотностью электрона на атоме (мягкие).

Возможность взаимодействия двух конкретных молекул по методу граничных орбиталей определяют следующим образом:

- разные знаки НВМО (одна молекула электрофил, другая нуклеофил);
- близость энергии НВМО первого реагента и ВЗМО второго.

Таким образом, для прогнозирования сорбционной способности необходимо рассчитать:

- 1) заряды на атомах;
- 2) карту МЭП;
- 3) энергии ВЗМО и НВМО.

В качестве примера была рассчитана сорбционная способность пигмента голубого фталоцианинового (рис. 1) по отношению к 3 ПАВ: Triton X-100, Аспарал-Ф и НФ-7. В качестве расчетного метода использовался метод функционала плотности (DFT) с гибридным функционалом ВЗLYP5 и базисом cc-pVDZ. Расчеты проводились для бимолекулярного комплекса пигмента.

По данным бейдеровского анализа и длин связей были рассчитаны наиболее вероятными местами сорбции за счет ориентационного взаимодействия диполей являются связи Cu-N. На втором месте идут связи C-N.

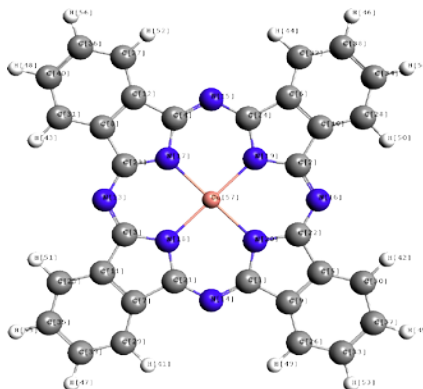


Рис. 1. Молекулярная структура пигмента голубого фталоцианинового

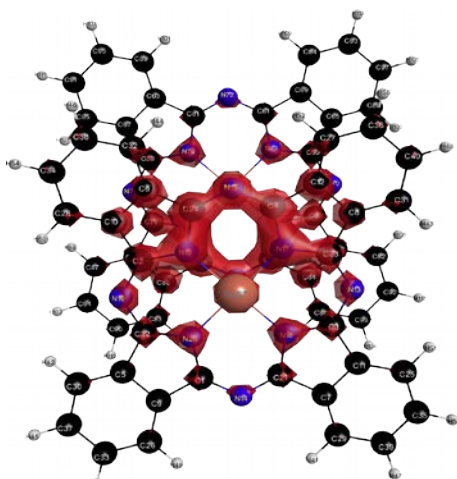


Рис. 2. Распределение молекулярного электронного потенциала в пигменте голубом фталоцианиновом

Карта молекулярного электростатического потенциала пигмента голубого фталоцианинового представлена на рис. 2.

По данным рис. 3 можно сделать вывод о электрофильности поверхности пигмента голубого фталоцианинового, содержащей атомы азота (красный цвет МЭП), что говорит о возможной сорбции нуклеофильных молекул.

Энергия граничных орбиталей подтверждает электрофильные свойства пигмента голубого фталоцианинового (табл. 1).

Сравнение энергий орбиталей с исследуемыми ПАВ показывает, что нуклеофилом является только Triton X-100. Для определения мест сорбции построим карту НВМО пигмента голубого фталоцианинового (рис. 3).

1. Энергия граничных орбиталей пигмента голубого фталоцианинового и выбранных ПАВ

Орбиталь	Пигмент голубой фталоцианиновый	Triton X-100	Аспарал-Ф	НФ-7
	Энергия орбитали, эВ			
ВЗМО	-4,408	-5,500	-4,952	-7,184
НВМО	-3,810	0,190	-2,231	-0,054

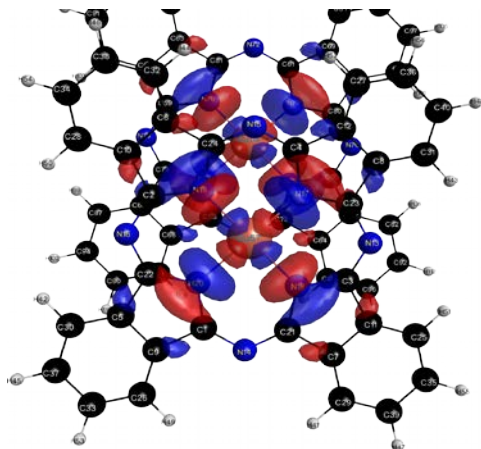


Рис. 3. НВМО пигмента голубого фталоцианинового

По рис. 3 видно, что НВМО пигмента локализована на центральном атоме меди и атомах азота.

Таким образом, все три теории подтверждают возможность сорбции молекулы воды по атому азота индольного кольца.

Работа выполнена на базе научно-исследовательской лаборатории «Вычислительная химия» Тамбовского государственного технического университета с использованием оборудования Центра коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М. В. Ломоносова.

Список литературы

1. **Индейкин, Е. А.** Пигментирование лакокрасочных материалов / Е. А. Индейкин, Л. Н. Лейбзон, И. А. Толмачева. – Л. : Химия, 1986. – 160 с.
2. **Аликберова, Л. Ю.** Основы строения вещества : методическое пособие / Л. Ю. Аликберова, Е. В. Савинкина, М. Н. Давыдова. – М. : МИТХТ, 2004.
3. **Изучение** сорбционной активности угольной поверхности / Н. Л. Медянкин, Л. А. Бодьян, И. А. Варламова и др. // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. – 2005. – № 3. – С. 11 – 16.
4. **Li, Y.** Synthesis, Crystal Structure, Vibration Spectral and DFT Studies of 4-aminoantipyrine and its Derivatives / Y. Li, Y. Liu, F. Li // Molecules. – 2013. – V. 18. – P. 877 – 893.

Кафедра «Химия и химические технологии» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 0014.946

*А. Е. Архипов**

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В КОМПЛЕКСНЫЕ ТРЕНАЖЕРНЫЕ, ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ И МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ СИСТЕМЫ

За последнее время технологии виртуальной реальности получили широкое распространение в самых различных областях человеческой деятельности – тренажерные комплексы, научные исследования, медицина, развлечения.

Виртуальное моделирование тренажерных систем и, в частности, профессионального назначения в настоящее время находится в стадии развития. В отдельных отраслях промышленности, например в авиации, существуют виртуальные тренажерные системы для подготовки летчиков и диспетчеров. За рубежом развивается направление создания тренажеров для обучения медицинского персонала. Однако теория и методы оценки эффективности использования таких тренажеров не позволяют достаточно точно спрогнозировать поведение обучаемого персонала в различных ситуациях.

В то же время для таких массовых профессий, как горнорудные рабочие, операторы химических производств таких тренажеров нет. Несмотря на то, что в их профессиональной деятельности приходится сталкиваться с очень сложными ситуациями, вызванными различными авариями, как техногенного, так и природного характера.

Аварии в шахтах, на химических и нефтехимических предприятиях не только уносят человеческие жизни, но и наносят непоправимый вред экологии целых регионов. Приобретение работниками таких предприятий требуемых навыков работы в штатных и аварийных режимах функционирования является приоритетным. Решение данной проблемы приведет к значительному снижению аварий на промышленных объектах и минимизации их последствий.

Разработка подобного рода систем все еще остается недостаточно стандартизированным и упорядоченным процессом, во-первых, из-за многообразия предметных областей, где требуется применение

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук ФГБОУ ВО «ПГТУ» Д. Л. Дедова.

тренажеров, во-вторых, из-за необходимости адаптации тренажерных комплексов под физические и психологические особенности каждого человека. Наконец, сама задача синтеза подобной системы является нетривиальной из-за большого количества режимных и структурных параметров. Актуальной задачей является разработка не просто виртуального тренажера как некоторого программного обеспечения, позволяющего проходить обучение и тренинг персонала, а создание более сложных и эффективных адаптивных тренажерных комплексов (АТК). Однако без универсальной и стандартизированной теоретической и технической базы решить такую задачу затруднительно.

Поэтому актуальной задачей является разработка программно-аппаратной платформы для последующей интеграции в нее как существующих, так и новых технологий виртуальной и дополненной реальности с целью повышения качества комплексных тренажерных, диагностических и мультимедийных систем. Проект направлен на разработку технической документации программно-аппаратной платформы, математического и алгоритмического обеспечения для управления всенаправленной беговой дорожки, так как ее интеграция в платформу позволит значительно повысить реалистичность процесса обучения за счет имитации физических нагрузок.

1. Сфера промышленности: разработка на основе платформы тренажерных комплексов с применением дополненной и виртуальной реальности для обучения персонала работе в штатных и чрезвычайных ситуациях. Использование современных технологий визуализации позволяет смоделировать различные сценарии пожароопасных ситуаций и технических неполадок, маршруты эвакуации персонала, отработать штатные действия операторов. С другой стороны, представленная платформа может использоваться для интерактивного проектирования технологических систем благодаря инструментам дополненной (размещение и компоновка отдельных подсистем, элементов, проверка конструкционных и режимных параметров оборудования и т.д.) и виртуальной (полная визуализация помещений и оборудования, моделирование процессов и явлений, проведение которых сопряжено с материальными и техническими сложностями) реальности.

2. Сфера безопасности жизнедеятельности человека: проектирование тренажерных комплексов, основанных на использовании средств дополненной и виртуальной реальности, а также имитаторов средств пожаротушения и жизнеобеспечения, что позволит повысить эффективность подготовки пожарных расчетов, МЧС, спасателей и т.д.

3. Сфера медицины: разработка тренажеров, направленных на диагностику физического и психологического состояния пациентов, в том числе под нагрузкой и в стрессовых ситуациях, анализ получен-

ных данных и формирование заключения о психофизическом состоянии обучаемого, что позволит еще на этапе обучения определить для обучаемого возможность работы в рамках требуемой деятельности, а также выявить на ранней стадии некоторый перечень заболеваний. Также в рамках данной отрасли на основе предлагаемой платформы возможно проектирование реабилитационных тренажеров, используемых для социальной адаптации пациентов после тяжелых психологических или физических травм, восстановления утраченных профессиональных навыков. Технологии виртуальной и дополненной реальности в данном случае используются в совокупности с аппаратными тренажерами, что позволяет сократить процесс реабилитации за счет улучшения психологического состояния пациента (пример – терапия виртуальной реальностью погружения).

4. Сфера развлекательных услуг: аппаратно-программная платформа включает целый спектр технологий виртуальной и дополненной реальности, а также контроллеров и интерфейсов для взаимодействия с ними, что позволяет реализовать на базе данной платформы широкий перечень коммерческих продуктов, например, в виде разработки интерактивных игр с новым уровнем погружения в виртуальную реальность либо адаптации уже существующих продуктов под новые интерфейсы. Платформа также может использоваться в качестве площадки для построения универсального центра по представлению пользователю информации как развлекательного (кинофильмы, музыка, игры, книги), так и рабочего характера (работа с документами, схемами, презентациями, чертежами и т.д.) с внедрением при необходимости рекламного контента, адаптированного под окружающую пользователя обстановку.

5. Сфера научных исследований и испытаний: платформа может выступать в качестве фундамента и программно-аппаратной базы для проведения научных исследований и экспериментов в области проектирования тренажеров, разработки, интеграции и оптимизации технологий виртуальной дополненной реальности, сбора и анализа статистических и экспериментальных данных.

Таким образом, в данной работе рассматривается вопрос разработки программно-аппаратной платформы для реализации технологий виртуальной реальности для тренажерных комплексов. В рамках данной платформы планируется разработка математических моделей и алгоритмов управления всенаправленной беговой дорожки, что позволит повысить реалистичность обучения за счет имитации физических нагрузок. Анализ показал, что применение рассматриваемой платформы оправдано в различных сферах человеческой деятельности, особенно, в области проектирования тренажерных комплексов.

Список литературы

1. **Problems** of Virtual Training Complexes Design for Education of Operators of Chemical Engineering systems / M. N. Krasnyanskiy et al. // International Journal of Advanced Studies. – 2014. – Т. 4. – No 1. – P. 10.

2. **Виртуальный** тренажерный комплекс предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера на основе моделирования деятельности человека-оператора / Д. Л. Дедов, М. Н. Краснянский, А. А. Руднев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18. – № 4.

3. **Проектирование** информационных систем управления документооборотом научно-образовательных учреждений / М. Н. Краснянский и др. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015.

4. **Обухов, А. Д.** Алгоритм структурно-параметрического синтеза системы электронного документооборота научно-образовательного учреждения / А. Д. Обухов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2016. – № 1. – С. 199 – 209.

Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 004.67

*С. Б. Краюхин**

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАМКАХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ КОРРУПЦИИ

В Российской Федерации с 2010 года с особым темпом активизировалась работа по борьбе с коррупционными правонарушениями. Так, с 2010 года стали реализовываться Национальная стратегия противодействия коррупции и Национальные планы противодействия коррупции на определенные периоды, вплоть до 2020 года. Основной целью перечисленных актов является искоренение причин и условий, порождающих коррупцию в российском обществе, что подразумевает под собой создание всех необходимых для этого правовых институтов, методик и средств.

Так, особое распространение получило формирование во всех ветвях власти управлений, комитетов, отделов и агентств по вопросам

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук ФГБОУ ВО «ТГТУ» С. В. Карпушкина.

противодействия коррупции. Наряду с ними стали совершенствоваться всевозможные методики и нормативно правовая база, стремительное развитие получили информационные технологии, направленные на мониторинг, профилактику, предотвращение и выявление коррупционных фактов. Однако условная новизна данного направления позволяет говорить о некоторых нюансах.

Наиболее популярные и применяемые информационные системы можно условно разделить на две категории: системы для мониторинга и контроля исполнения бюджетных обязательств государственными и муниципальными учреждениями и системы для сбора статистических данных по антикоррупционной работе [1].

Примерами систем первой категории являются: единая информационная система в сфере закупок, предназначенная для обеспечения свободного и безвозмездного доступа к полной и достоверной информации о контрактной системе в сфере закупок; государственная интегрированная информационная система управления общественными финансами «Электронный бюджет», предназначенная для обеспечения прозрачности, открытости и подотчетности деятельности государственных органов и органов местного самоуправления.

Примером систем второй группы является автоматизированная информационная система «Мониторинг» (далее – АИС «Мониторинг»), предназначенная для обработки статистических данных по формам мониторинга, профилактики, предотвращения и выявления коррупционных фактов.

Подробнее рассмотрим программу, представляющую вторую группу.

Программа позволяет вносить и систематизировать данные по 21 критерию, в частности, касающиеся численности и укомплектованности учреждений, сведений о доходах, расходах, об имуществе и обязательствах, сведений о проверках соблюдения служащими установленных ограничений и запретов, а также требований о предотвращении или урегулировании конфликта интересов и т.д.

Заполненные отчеты с расширением «grip» направляются в вышестоящие подразделения для проверки и обобщения сведений. Периодичность предоставления данных составляет за I – III кварталы и за отчетный год.

АИС «Мониторинг» находится в свободном доступе для скачивания на официальном сайте Минтруд России. Однако специализированно для государственных учреждений, помимо установочного файла, отдельно программируются файлы обновления, позволяющие формировать отчетность именно по своему учреждению в зависимости от региона или муниципального района.

Такое разделение позволяет оптимально предоставлять данные с учетом специфики деятельности отдельного ведомства.

Процесс заполнения информации в системе, как правило, сложностей не вызывает. Заполненные в системе формы при помощи запрограммированных формул позволяют вычислять контрольные соотношения, указывающие на наличие коррупционных фактов. Так, система при помощи индикаторов выделяет разными цветами нарушения в правильности заполнения форм.

Например, в случае противоречивости данных (например, фактическая численность превышает штатную по объективным причинам), ячейка с ними выделяется красным цветом.

Также программа позволяет проверять сведения за предыдущий отчетный период и при нарушении логических соотношений показывает логическую ошибку. Такая функция работает, если программа в системной папке «Мониторинг» содержит в себе сведения за прошлые периоды.

Практика применения системы свидетельствует об удобстве заполнения форм и мобильности отправки отчета. Однако возникают существенные проблемы при определении логических соотношений за разные периоды отчетности, т.е. тех сведений, которые должны быть логически последовательными за отчетные периоды с I по III кварталы и отчетный год.

Так, если программа была переустановлена, возможность сверить данные с предыдущими показателями отсутствует. Резервное копирование загрузочных данных и последующая подстановка в ту же системную папку не позволяют активизировать эту функцию. В таком случае, специалисту, ответственному за подготовку, для сверки сведений, требуется вручную осуществить сверку с предыдущими показателями, что отнимает у сотрудников большой промежуток времени.

Как показывает практика, при неоднократной загрузке сведений или при изменении внесенных данных программа может выдавать системные сбои. В данном случае, что выявлено практическим путем, в 7 из 10 случаев самым оптимальным способом устранения неполадки является полная переустановка системы. Таким образом, возможность соотношения ранее установленных данных автоматизировано становится невозможным.

В связи с этим, для оптимизации и экономии процесса составления отчетности и проверки показателей за предыдущие периоды предлагаем внедрить программный блок «Соотношение».

Разработка программного блока «Соотношение» подразумевает, прежде всего, создание базы данных (далее – БД), которая будет разработана с помощью системы управления базами данных (далее – СУБД) MS Access, и оболочки программного блока. Оболочка будет создана в среде программирования Delphi.

Анализ проблемы позволил определить состав и структуру инфологической модели данных для базы данных предлагаемого программного блока, она должна содержать показатели всех интересующих отчетных периодов, по всем заполняемым критериям.

Приступая к разработке даталогической модели отметим, что для создания БД выбрана СУБД Access, данные в ней будут представлены в таблице [2].

Выгрузка данных в соответствующие поля таблицы будет осуществляться через программный блок автоматически, либо внесением данных вручную.

Разрабатывая оболочку для блока «Соотношение» стоит отметить, что она будет представлена главной формой.

На главной форме программного блока будут размещены два компонента «поле», на каждом из которых будут свои инструменты и области ввода информации. На первом поле будет располагаться группа компонентов DBEdit, заполняемая необходимыми сведениями автоматически из таблиц базы данных.

Данное поле будет содержать информацию, используемую для сравнения при подготовке отчета.

Второе поле будет также содержать группу компонентов DBEdit, однако при помощи кнопки «Загрузить» заполнение будет происходить из файла с расширением «.xlsx», т.е. из файла, содержащего необходимые статистические сведения за текущий отчетный период, который был сохранен при подготовке отчетности в АИС «Мониторинг».

После выгрузки на главную форму сведений нового отчета и информации за предыдущий период, при помощи кнопки «Сверка», программный блок при помощи заранее установленных закладок продублирует данные в специальную форму программы Microsoft Office Excel. Для удобства использования формы, ее работа будет построена по аналогии с АИС «Мониторинг» в части сверки результатов проверки. В случае нарушения логических соотношений, проблемная ячейка будет выделяться красным цветом. При отличии информации от данных предыдущего периода, программа будет выделять ячейки зеленым цветом.

В случае отсутствия ошибок на главной форме при помощи кнопки «Сохранить» предоставляется возможность внести сведения в таблицу БД для последующего использования для сверки.

Таким образом, программный блок «Соотношение» будет служить хорошим дополнением к системе «Мониторинг», позволяющим исправить ее недостатки. Также следует сказать, что автоматизация деятельности сотрудника органа противодействия коррупции, наряду с увеличением скорости выполнения его функций, значительно повышает качество результата за счет уменьшения ошибок, использования новых алгоритмов работы, и методов учета информации. А экономия времени является одним из важнейших требований к автоматизации профессиональной деятельности служащих. Поэтому предлагаемый программный блок в полной мере может стать хорошим инструментом для учета и подготовки соответствующих отчетных документов для различных органов противодействия коррупции.

Список литературы

1. **Бурцева, Е. В.** Информационные технологии в юриспруденции : учеб. пособие / Е. В. Бурцева, А. В. Селезнев, В. Н. Чернышов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 104 с.
2. **Рубанцев, В.** Delphi в примерах, играх и программах / В. Рубанцев. – М. : Я + R, 2011. – 418 с.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 54.07

*И. Д. Вольф**

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ УГЛЕКИСЛОТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ

Существование и развитие современного общества невозможно без обеспечения первичных потребностей человека. Одной из таких первичных потребностей является пища. Согласно выводам доклада Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН «Положение дел с продовольственной безопасностью и питанием в мире 2017 г.» насчитывается порядка 815 миллионов голодающих. По сравнению с 2016 г. количество голодных увеличилось на 38 миллионов. В связи с этим увеличение количества производимого продовольствия является весьма актуальной задачей. Для растительных продуктов ее успешно решают за счет применения минеральных и органических удобрений, химических стимуляторов роста и плодоношения, использование генетически модифицированных растений. С увеличением количества производимой растительной пищи не нужно забывать о качестве получаемых продуктов. Поэтому нужно при решении обозначенной задачи увеличения производства растительной пищи выбирать наиболее безопасные способы стимуляции роста.

Цель работы. Разработка установки для изучения процессов углекислотной стимуляции роста растений.

Задачи работы:

1. Выбор способа увеличения концентрации углекислого газа в области листьев растений.
2. Выбор базовой аппаратной платформы управления подачей углекислого газа.
3. Разработка программного обеспечения и монтаж установки.
4. Проведения испытания установки.

Способы подачи углекислого газа уже давно известны и используются по всему миру.

Способы подачи углекислого газа.

- Прямая газация при помощи пламенных горелок. Вполне интересная технология, но требует подачи природного газа и монтажа беспламенных горелок.

* Работа выполнена под руководством заведующего кафедрой, д-ра техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. В. Рухова.

- Нагнетание отходящих газов котельной. Хороший способ при наличии рядом с теплицей жилых или общественных зданий. Также требует затрат на охлаждение и очистку газов

- Применение сжиженного углекислого газа в баллонах. Этот вариант был выбран нами, так как установка экспериментальная. Мы не можем точно предугадать реакцию растений на дополнительную подачу углекислого газа. А этот способ не требует лишних затрат и легок в использовании.

Теперь хотелось бы рассказать о самой установке.

Из чего она состоит: баллон с углекислым газом, редукционный клапан, который сбрасывает давление. Электромагнитный клапан, который отвечает за то, чтобы в определенное время открываться и закрываться, тем самым регулируя дозировку подачи углекислого газа. Смесительная камера, в которой постоянно прокачивается воздух, а внутри этого смесителя установлено специальное сопло, которое было изготовлено с помощью аддитивных технологий. Всем этим управляет контроллер, который подключен к оптическому датчику для того, чтобы регулировать работу только в светлое время суток.

Внутренности блока управления представляют собой: контроллер «Arduino», выключатель, блок питания для питания электромагнитного клапана и вентилятора, стабилизатор питания для «Arduino», блок реле, который управляет электромагнитным клапаном и полевой транзистор для управления частотой оборотов вентилятора.

В процессе реализации этой установки нами были использованы аддитивные технологии.

Было изготовлено: сопло, кнопки и передняя панель. Сопло сделано таким образом, что входящий канал имеет диаметр 6 мм, а потом он сужается до 1,5 мм. Никаким другим способом как напечатать на 3d-принтере такую деталь неразборную сделать невозможно.

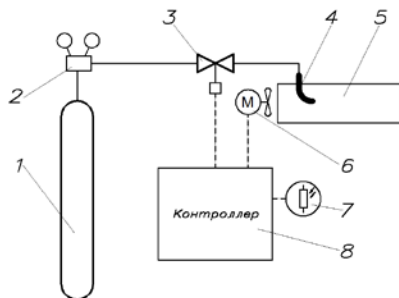


Рис. 1. Структурная схема установки подачи углекислого газа:

- 1 – баллон с углекислым газом; 2 – редукционный клапан;
3 – электромагнитный клапан; 4 – сопло; 5 – смесительная камера;
6 – вентилятор; 7 – оптический датчик; 8 – контроллер

Проведение испытаний. Установка тестировалась больше недели в разных условиях. Так же прототип установки работал в течение месяца в теплице, которую нам предоставил Мичуринский государственный аграрный университет. Они любезно предоставили нам место для тестирования установки. Установка стояла в теплице и насыщала углекислым газом картофель, который растет при помощи аэропоники. Сейчас проводится анализ результатов, полученных в ходе проведенной работы.

Для проведения испытаний был составлен план, который включал в себя:

1. Испытания продолжительности импульсов при различных условиях времени, температуры и влажности.

2. Испытание частоты вращения вентилятора в зависимости от установленного значения на блоке управления.

3. Испытание датчика освещенности.

Установка показала стабильную работу. В результате полученных данных были построены графики.

Каждая точка на этом графике это 20 измерений при разных условиях времени, температуры и влажности. Измерения частоты вращения вентилятора измерялись с помощью лазерного частотомера. Установлена зависимость, которая связывает частоту вращения вентилятора, давление, создаваемое им и расход от установленного значения.

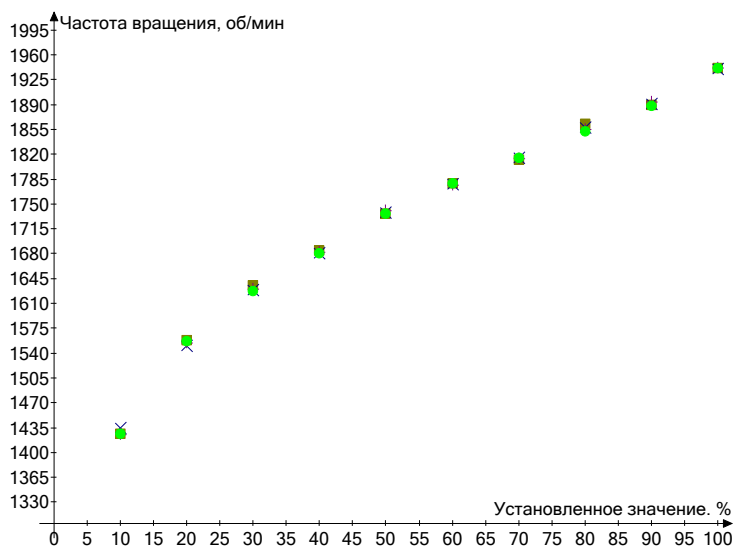


Рис. 2. Зависимость частоты вращения вентилятора от уставки

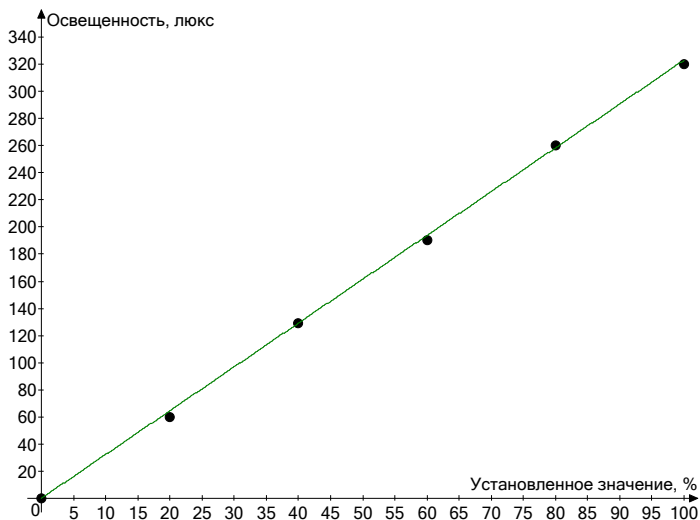


Рис. 3. Зависимость величины освещенности от уставки

На этом графике можно наблюдать линейную зависимость.

Кафедра «Химия и химические технологии» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 663.88

*М. А. Еськова, Я. В. Устинская, Д. С. Стехин**

ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛИ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

По данным Федерального исследовательского центра питания и биотехнологии более 80% населения России испытывают недостаток витаминов в организме и почти 75% жителей больших городов испытывают острую нехватку белка [1].

В настоящее время данная проблема решается применением витаминно-минеральных комплексов и обогащением продуктов необходимыми витаминами и минералами.

Также в последнее время на рынке появляются БАВ природного происхождения. В качестве одного из таких может использоваться

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» Д. С. Дворецкого.

микроводоросль *Chlorella vulgaris*, поскольку содержит в своем составе 45% белка, 20% углеводов, 20% жира, 5...10% цинка, железа, магния, кальция, фосфора. Также *Chlorella* богата витаминами А, В, С, D, Е, хлорофиллом, каротиноидами. Белок микроводоросли содержит около 40 аминокислот, в том числе все незаменимые и отличается лучшей усвояемостью по сравнению с животным белком. Кроме того, *Chlorella* не имеет токсичных метаболитов или продуктов разложения. Следует отметить, что использование микроводоросли вполне оправдано, так как именно в комплексе реализуется максимальный положительный эффект на здоровье.

В качестве пищевой добавки микроводоросль можно принимать в нескольких формах: порошкообразной, жидкой и в виде капсул, таблеток [2].

Таблетированная форма *Chlorella* имеет ряд недостатков по сравнению с жидкими концентратами: высушивание при высоких температурах приводит к снижению количества полезных веществ. Процент потери биологической активности витаминами в процессе сушки приведен в табл. 1.

Учитывая вышеуказанные свойства хлореллы, возникает необходимость разработки технологии получения функционального напитка из микроводоросли с дальнейшим его применением в качестве БАВ.

Целью работы является проведение анализа перспектив использования микроводоросли *Chlorella vulgaris* для создания функционального напитка.

Производство напитка должно включать следующие стадии:

- 1) культивирование микроводоросли;
- 2) промывку биомассы;
- 3) концентрирование биомассы;
- 4) дезинтеграцию клеточных стенок;
- 5) концентрирование биомассы;
- 6) смешение с водой.

1. Потеря биологической активности витаминами при сушке

Витамин	Потеря биологической активности, %
1	2
А	30
В ₁	45
В ₂	43
В ₉	90
1	2
С	90
РР	40

Культивирование микроводоросли происходит в фотобиореакторе с соблюдением стерильности при следующих условиях: температура 30 °С; освещение – 24 кЛк. Затем на 7–8 сутки создают стрессовые условия в течение 6–7 суток путем создания дефицита нитрата калия (менее 100 мг нитрат-анионов/л суспензии) [3]. Это необходимо для накопления фосфолипидов и высших жирных кислот.

Затем производится промывка полученной биомассы водой с целью отделения от нее солей, остающихся в культуральной жидкости.

На следующей стадии биомасса отделяется от промывной воды путем концентрирования на центрифуге.

На следующей стадии биомасса микроводорослей подвергается дезинтеграции ультразвуком и ферментами (Целлолюкс А и Протостобулин ГЗХ). Данная стадия необходима для повышения усвояемости продукта.

Полученные клеточные стенки отделяются на центрифуге.

Полученный концентрат смешивают с минеральной водой (соотношение – 1:3). Минеральная вода помогает обогатить полученный продукт микроэлементами и повысить срок годности. В результате получается продукт, обогащенный фосфолипидами, витаминами и белком. Предполагаемый состав продукта приведен в табл. 2.

Входящие в состав микроводоросли фосфолипиды повышают защитные свойства организма, нормализуют липидный обмен и способствуют усилению микроциркуляции крови в организме.

Также в состав продукта входит антибиотик хлорелин. Присутствие данного соединения позволяет продлить сроки хранения готового продукта. В отличие от химических антибиотиков, хлорелин действует только на патогенные организмы, не нарушая при этом пищеварительную микрофлору.

В хлорелле содержится большой запас хлорофилла, способного насыщать кровь кислородом и превращающимся в гемоглобин. В результате количество и качество эритроцитов увеличивается, улучшается транспортировка кислорода.

Еще одним веществом, содержащимся в Хлорелле, является фактор роста, участвующий в регенерации тканей. Попадая в организм, он стимулирует выработку защитных клеток иммунной системы.

Помимо вышеперечисленных соединений *Chlorella* содержит легкоусвояемый набор углеводов и аминокислот, способствующих выведению из организма токсинов.

Кроме того, витамины, получаемые из одноклеточных водорослей, помогают приводить в тонус мышечные волокна, ускоряя скорость их роста.

2. Предполагаемый состав напитка [4]

Компонент	Содержание
<i>Витамины (мг/100 г сухого вещества)</i>	
Каротин	100...160
В1 (тиамин)	0,2...1,8
В2 (рибофлавин)	2,1...2,8
В5 (пантотеновая кислота)	1,7...2,5
В9 (фолиевая кислота)	48,5
С (аскорбиновая кислота)	130...500
Д	100
РР (никотинамид)	11...18
Е	10...35
<i>Жирные кислоты (мг/100 г сухого вещества)</i>	
Линолевая	659,3
Линоленовая	3042
Пальмитиновая	612
7,10-гексадекадиеновая	301,2
7,10,13-гексадекатриеновая (Омега 3)	166,5
<i>Аминокислоты (г/100 г сухого вещества)</i>	
Лейцин	4,48
Изолейцин	2,16
Лизин	5,31
Аланин	4,61
Пролин	3,03
Глицин	3,74
Глутамин	5,13
Треонин	1,88
Серин	2,1
Валин	3,4
Фенилаланин	1,64
Триптофан	1,26
Аспарагин	4,3
Аргинин	7,95
Гистидин	1,5

Таким образом, напиток из микроводоросли *C. vulgaris* обладает широким спектром действия: увеличивает энергию; нормализует обмен веществ; укрепляет иммунитет; очищает организм; помогает восстановлению и поэтому будет полезен спортсменам во время различных видов тренировок, людям, ведущим здоровый образ жизни, вегетарианцам.

Список литературы

1. **Ippolitova, T. D.** Development and prospects of the market of sports nutrition in Russia [Electronic resource] / T. D. Ippolitova, A. A. Bukova. – URL : <http://sibac.info/20066> (date of circulation: 15.11.2015). (in Russian)
2. **Liu, J.** Biology and Industrial Applications of Chlorella: Advances and Prospects / J. Liu, F. Chen // Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology. – 2014. – V. 1. – 35 p.
3. **Технология** получения липидов из микроводорослей / Д. С. Дворецкий, С. И. Дворецкий, М. С. Темнов и др. – Тамбов : ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 100 с.
4. **Мельников, С. С.** Хлорелла. Физиологически активные вещества и их использование / С. С. Мельников, Е. Е. Мананкина. – Минск, 1991.

Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 663.88

*В. В. Машук**

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА СЫРА ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА

В настоящее время признанные ценные свойства козьего молока создали предпосылки к активизации развития как козоводства, так и расширения рынка продукции из козьего молока. По данным ФАО коз разводят в 170 странах мира, а молоко перерабатывается в разнообразные продукты [1].

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» О. В. Зюзиной.

Правительством Российской Федерации утверждена отраслевая целевая программа «Развитие овцеводства и козоводства в России на 2012 – 2014 гг. и на плановый период до 2020 года» в рамках реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2007 года № 446). Согласно этому документу планируется увеличение поголовья молочных коз от 0,9 млн до 1,4 млн голов, соответственно, при этом объемы производства козьего молока должны возрасти с 235 тыс., до 420 тыс. т. Но в общей структуре поголовья коз около 79% приходится на хозяйства населения, 11% – на фермерские хозяйства, и только 10% на сельскохозяйственные организации [2].

Целью работы является выбор технологии производства мягкого сыра из козьего молока.

С точки зрения пищевых и химических показателей козий сыр предпочтителен для детского питания, а также для питания людей с проблемами пищеварительной системы. Сыр является легкоусвояемым продуктом: усвояемость молочного жира – 98%, сухих веществ – 91,1%.

Козий сыр рекомендован и людям, страдающим лактозной недостаточностью, потому, что в нем содержится очень мало молочного сахара. Козий сыр считается гипоаллергенным, так как в состав козьего молока, из которого делают сыр, входят лактоглобулины.

Козий сыр более насыщен витаминами и микроэлементами, так как коза более разборчива в пищу, выбирая самую питательную и богатую витаминами растительность. Сыр обладает высоким минеральным составом, в нем содержатся такие макроэлементы как натрий, кальций, фосфор, калий. Так, в табл. 1 представлен состав минеральных веществ и витаминов мягкого сыра из козьего молока.

В отличие от коровьего сыра, козий сыр менее калорийный, всего 290 ккал на 100 г и в нем больше белка (21,3 г) и мало углеводов (0,7 г).

Технология сыра вне зависимости от происхождения молока состоит из этапов: коагуляции молочных белков, отделения сырной массы от сыворотки, ее обработки – формования, прессования, посолки, созревания. В зависимости от вида сыра делятся на категории: мягкий, полутвердый и твердый сыр.

Лидером по производству классических козьих сыров как промышленных, так и фермерских считается Франция. В зависимости от вида сыра используют разные технологические приемы, например, сыр Кроттен де Шавильоль является мягким непрессованным сыром, кото-

рый после выдержки в течение четырех месяцев усыхает до маленьких серых головок, покрытых подсушенной корочкой. Головка имеет цилиндрическую форму диаметром 4...5 см, высотой 3...4 см с весом от 60 г. Сыр имеет приятный ореховый привкус с легкой кислинкой.

Сыр Шевр, который отличается продолговатой формой головки с резким запахом и нежным сливочным вкусом в середине и пикантным у корочки, за время созревания покрывается легкой белой плесенью. В зависимости от срока созревания цвет варьируется от нежно-белого до синеватого цвета. Мякоть плотная и однородная, иногда в ней попадаются крупинки сырной массы.

Для сыра Шабишу дю Пуато характерна жирность сыра 45% и головка имеет форму, напоминающую цилиндр, немного сужающийся к верху. Мякоть имеет цвет слоновой кости, а корочка покрыта белой плесенью с серовато-синим оттенком (в зависимости от времени года). Сыр имеет крепкий, с ореховым ароматом и специфическим запахом козьего молока вкус.

Английский сыр Серни отличается содержанием жира 43%, вырабатывается из не пастеризованного молока и срок созревания не превышает 10 дней. Представляет собой пирамиду весом 240 г, присыпанную дубовой золой и солью. Имеет нежный, резковатый цитрусовый вкус с деликатным козьим послевкусием.

1. Состав минеральных веществ в 100 г мягкого сыра из козьего молока

Минеральные вещества		Витамины	
Марганец, мг	0,1	Витамин Д, мкг	0,86
Медь, мкг	70	Витамин С, мг	0,7
Цинк, мг	4	Витамин Е, мг	0,4
Железо, мг	0,7	Витамин В12, мкг	1,4
Сера, мг	263	Витамин В9, мкг	19
Фосфор, мг	600	Витамин В2, мг	0,38
Калий, мг	100	Витамин В1, мг	0,03
Натрий, мг	1100	Бэта – каротин, мг	0,17
Магний, мг	50	Витамин РР, мг	6,8
Кальций, мг	1000	Витамин А, мг	0,21

В США вырабатывается большое количество свежих сыров из козьего молока с применением разнообразных вкусовых добавок и приправ. Одним из них является сыр Коттедж в виде творожного зерна, смешанного со свежими, чуть подсоленными сливками. Его можно потреблять как в виде сырной массы, так и с добавлением фруктов, овощей, орехов и приправ.

Знаменитым испанским сыром является сыр Cabrales с голубой плесенью. Приготавливается из смеси молока коз и овец с добавлением коровьего. Обладает очень мягкой рассыпчатой консистенцией, нежным пикантным вкусом и резким ароматом.

В Италии разнообразие сыров связано с изготовлением этого продукта в каждом регионе с применением особенных приемов. Так, сыр Robiola является мягким сыром из молока козы, производимый в разных уголках Италии, но вырабатываемый в Пьемонте имеет квадратную форму. Молодой сыр готов через 8 – 10 дней. Более зрелый сыр требует около месяца на созревание за это время корка покрывается плесенью и меняет цвет.

Итальянский сыр Горгонзола отличается плоской формой головок, имеющих массу от 4,3 до 12 кг. Корка сыра твердая, плотная, рыжеватая с мелкими порами. Структура сыра эластичная, мягкая.

При изготовлении мягкого сыра Сент-Мор-де-Турен кислотность козьего молока должна превышать 0,02%.

Рассольный сыр Фета производят как из коровьего, так и из овечьего, и из козьего молока. Особенностью технологии является, что жирность молока должна достигать 7%, закваску не используют. Сыр из козьего молока получается твердым, имеет острый вкус.

Сыр Халуми изготавливается сычужным способом. Его отличительной характеристикой является тепловая обработка сыра, что увеличивает сроки хранения продукта. Завернутую массу в серпянку (грубая ткань) самопрессуют, выкладывая ее слоями. Отобранную сыворотку нагревают до температуры 80...90 °С и бруски сыра кладут в нее, для того, чтобы они стали пластичны по всему объему, при этом бруски всплывают на поверхность. Посол осуществляют после охлаждения брусков, в рассоле. Бруски укладывают в контейнеры, заполняя свободное место 30% рассолом. Сыр употребляют свежим или после хранения в прохладном помещении, можно жарить на гриле [3].

Выводы: отличительной особенностью изготовления сыра является в основном кислотность молока, которая является важным показателем для качества готового продукта. Также отличительной чертой является тепловая обработка, способ сквашивания и время созревания.

Список литературы

1. **Развитие** овцеводства и козоводства в России на 2012 – 2014 гг. и на плановый период до 2020 : акт правительства Российской Федерации от 14.07.2007 № 446 // Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации.
2. **Козий сыр**: полезные свойства, калорийность // URL: <http://gudfud.ru/kozij-syr-poleznye-svoystva-kalorijn>.
3. **Скотт, Р.** Производство сыра, сырье, технология, рецептура / Р. Скотт, Р. Робинсон, Р. Уилби // Профессия. – 2017. – 464 с.

Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ПГТУ»

УДК 57.041

*Д. С. Стехин, М. А. Еськова**

ВОПРОСЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Искусственные условия культивирования микроводорослей предполагают использование разных конструкций фотобиореакторов (ФБР). ФБР классифицируются по способу организации процесса культивирования: периодические и непрерывные. К периодическому культивированию преимущественно относятся емкостные ФБР, для создания непрерывного – трубчатые. Более точная классификация вовлекает в себя условия создания идеального массопереноса, теплопереноса и освещенности микроводорослей. ФБР подвержены улучшению, так как достижение идеальных условий культивирования возможно. Но наряду с конструкционными особенностями ФБР на процесс культивирования влияют физиологические особенности микроводорослей, а именно фотодыхание.

Цель: разработка технологии, позволяющая увеличить выход биомассы микроводоросли с нейтрализацией механизмов фотодыхания.

Фотодыхание (видимый фотосинтез, ВФ) – цикл поглощения O_2 , энергии и выходом CO_2 . Процесс замедляет истинный фотосинтез (ИФ). Происходит это из-за того, что микроводоросль обладает ферментом двойственной природы – РуБисКО.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГТУ» Д. С. Дворецкого.

Процесс фотодыхания затрагивает не только хлоропласты, являющиеся основным местом проведения темновых реакций (цикл Кальвина), но и пероксисомы и митохондрии.

РуБисКо (рибулозо-1,5-бисфосфат-карбоксилаза/оксигеназа) преимущественно захватывает CO_2 и осуществляет темновую фазу истинного фотосинтеза (ИФ), поставляя энергию к клетке микроводоросли и выделяя O_2 . Выделившейся O_2 не растворим в воде (4,9 мл/л) и скапливается в области клетки. Накопившийся кислород вокруг клетки микроводоросли блокирует поступление через белки переносчики клеточной мембраны CO_2 , поэтому микроводоросль поглощает часть O_2 , задействуя механизмы фотодыхания.

Оборот фермента РуБисКо с O_2 приводит к выделению CO_2 и затрате энергии, фермент в свою очередь разрушается с получением 3-фосфоглицерата.

Фосфогликолят (второй продукт захвата O_2) поступает в пероксисомы посредством реакции дефосфолирования, превращается в гликолат. Гликолат, так же как и РуБисКо, вступает в реакцию с O_2 , превращаясь в глиоксилат и выделяя в пероксисомы H_2O_2 . Перекись водорода разрушается под воздействием каталазы на H_2O и O_2 . Данная вода получила название биосинтетическая и, наравне с водой культуральной среды, может вовлекаться в процесс фотосинтеза или фотодыхания.

Определяющей частью фотодыхания является превращение глиоксилата в глицин с помощью глиоксилатглицинаминотрансферазы. Из двух молекул глицина синтезируется серин, CO_2 , NH_3 и восстанавливается НАД⁺.

Можно выделить факторы культивирования микроводоросли, влияющие на активацию механизмов фотодыхания [2]:

1. Отношение уровня CO_2/O_2 . При культивирования микроводоросли сложность создания в фотобиореакторе постоянного механического перемешивания заменяется барботированием объема жидкости. В большинстве случаев барботаж осуществляется подачей в среду атмосферного воздуха, содержащего 21% O_2 и 0,03% CO_2 [1, 2]. Так как поступающего O_2 в сотни раз больше, по сравнению с CO_2 , то микроводоросль вынуждена вовлекать механизмы фотодыхания, дабы получать энергию для роста и развития. Для подавления фотодыхания в данном случае, рекомендуется смешивать воздух с CO_2 , то есть подавать в культуральную среду смесь, содержащую CO_2 в размере 12...15% об. с атмосферным воздухом. Но рост и развитие микроводоросли имеет плато при достижении уровня CO_2 в 1000 ppm (parts per million) или 1 л/м³ жидкости.

2. Свет. Освещенность является основополагающим фактором для роста и развития микроводоросли в любых условиях. Чередование светового и темнового состояния – есть часть идеального культивирования микроводоросли. Процесс захвата O_2 идет только в темновых фазах, но исключение темнового периода пребывания микроводоросли приведет к другому отрицательному эффекту – фотоингибированию. Чувствительность клетки микроводоросли к O_2 находится в зависимости от изменения освещенности. Так при световом режиме с длиной волны 630 нм отношение скорости поглощения O_2 к скорости выделения составила 2,025. В световом режиме с длиной волны 710 нм данное соотношение составило 1,176. Рост и развитие клетки микроводоросли ингибируется освещенностью, превышающей 45 клк, и замедляется при понижении ниже 0,5 клк.

3. Температура. Для разных видов микроводоросли необходимо поддерживать свой температурный уровень, который будет подходить и для условий культивирования, и для нормальной жизнедеятельности микроводоросли. Диапазон варьируется от 20 до 38 °С. Температура оказывает влияние на чувствительность клетки к высокой интенсивности светового режима. Световосприятие повышается с повышением температуры. Также повышение температуры влияет на растворимость газов в жидкости. Так при 0 °С растворимость O_2 составляет 14,56 мг/л, а при 30 °С – 7,54 мг/л. Выделившийся кислород, в результате ВФ, повышает температуру на 2...4 °С, что является нежелательным обстоятельством при культивировании. Понижение температуры ниже 10 °С отрицательно сказывается на всем жизненном цикле микроводорослей. Но варьируя температурой можно получать биомассу, содержащую разного рода липиды, жирные кислоты. Это явление легло в основу создания стрессовых условий культивирования.

4. рН. Кислотность среды не является одинаковой для разных микроводорослей. Диапазон для оптимального роста и развития микроводоросли: *Chlorella vulgaris* 7,0...7,5; *Cyanium Caldarium* 1,5...2,0; *Dunaliella Salina* 6,0...7,5. При введении CO_2 в систему культивирования образуется буферный раствор с водой «бикарбонат–карбонат» $H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^- \rightarrow H^+ + CO_3^{2-}$. O_2 , в свою очередь, способствует увеличению скорости данного процесса, выступая окислителем и оказывает на клетку микроводоросли оксидативный стресс. Супероксид, как одна из реактивных форм кислорода, может повреждать клеточные компоненты, такие как липиды, белки и ДНК. H^+ , выделяющийся в реакции фотолиза H_2O , повышает кислотность

среды. Предотвращению повышения рН способствует ввод в культуральную среду буферного раствора фосфатов (БРФ). В жизненный цикл микроводоросли вовлечены щелочные металлы, такие как Na и K, которые нейтрализуют кислоты, образующиеся при данном явлении.

5. Макро- и микроэлементы питательной среды. Элементы, составляющие композицию питательной среды, подбираются в зависимости от конечного продукта, который будет получен. Для липидного состава необходимо соблюдение соотношения C:N = 15 – 20:1; для получения белковых комплексов и отдельных аминокислот – C:N = 1:15. Выделившийся O₂ снижает усвояемость углеродного компонента до 50%. Микроводоросль лучше захватывает углерод в виде растворенного CO₂, по сравнению с введением глюкозы в систему или создание искусственного буфера «карбонат–бикарбонат».

Одним из способов снижения интенсивности фотодыхания является химический. Применение сульфита натрия (Na₂SO₃) снижает концентрацию нерастворенного и растворенного O₂ в среде культивирования, по пути реакции Na₂SO₃ + O₂ → Na₂SO₄, но при этом возможна активация у клетки микроводоросли чувствительности к кислотному остатку – SO₄²⁻, что способствует нарушению клеточного метаболизма и снижению скорости роста. В жизненном цикле микроводоросль применяет данный кислотный остаток в реакциях создания некоторых аминокислот, например метионин.

Перспективным направлением снижения эффекта фотодыхания является применение разделительных мембран [3]. Мембрана устанавливается на границе разделения жидкой и газовой фазы. Поры мембраны с номинальным размером пор 0,27 мкм и пористостью 76%. Применяется данный метод как в периодическом, так и в непрерывном культивировании. Основная проблема данного решения – загрязненность мембраны после 3–4 дней культивирования.

Обогащение газовой фазы органическим веществом (метан, пропан) посредством увеличения CO₂ из-за реакции C_nH_m + O₂ → n(CO₂) + m(H₂O). Данный способ наилучшим образом снижает O₂ в среде культивирования, но увеличивающаяся концентрация CO₂ может вызвать ингибирующий эффект.

Снижение эффекта фотодыхания является актуальным вопросом для повышения скорости культивирования микроводорослей, повышения скорости выхода на стационарную фазу культивирования, снижения оксидативного стресса, оказываемого кислородом на клетку микроводоросли и приближения условий для течения идеального фотосинтеза.

Список литературы

1. **Birmingham, B. C.** Measurement of Photorespiration in Algae [Electronic resource] / B. C. Birmingham, J. R. Coleman, B. Colman. – URL : <http://www.academia.edu/12783321> (date of circulation : 08.09.2018) (In Russian)
2. **Appelberg, I.** Cultivation of freshwater microalgae in wastewater from a Swedish pulp and paper mill [Electronic resource] / I. Appelberg. – URL : <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/181289/181289.pdf> (date of circulation : 10.09.2018) (In Russian)
3. **Beltran A. B.,** Gravador D. C., O. WU MJ Evaluation of *Ankistrodesmus falcatus* for Bicarbonate-Based Integrated Carbon Capture System (BICCAPS) [Electronic resource]. URL : <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815603016> (date of circulation : 09.09.2018) (In Russian)

Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

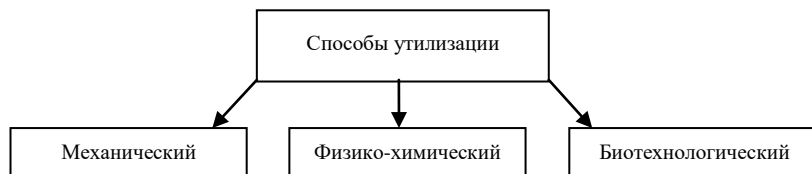
УДК 663.5

*Н. А. Стримова, В. Н. Татаринцева**

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Существенным фактором антропогенного негативного воздействия на окружающую среду выступают промышленные отходы. В зависимости от объема и состава среды формируются способы утилизации отходов (рис. 1). Переработка промышленных отходов направлена

на защиту экологии и здоровья людей, а также на сбережение зачастую невозобновляемых природных ресурсов [1].



* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» О. В. Зюзиной.

Рис. 1. Способы утилизации отходов спиртового производства

Любое предприятие на территории России, согласно законодательству, для осуществления своей деятельности должно разработать целую систему инженерно-технической документации. В ней организации следует указать предельно допустимое и временно согласованное количество выбросов, сбросов и лимитов размещения отходов. По этим данным оценивается экологическая безопасность на предприятии, воздействие мощностей на гидросферу, атмосферу и окружающую среду в общем.

Для спиртового производства серьезной проблемой является значительный объем органического отхода. Так при выпуске 1000 дал этанола образуется до 340 м³ барды с содержанием 5...7% сухих веществ. Введена норма для предприятий – производителей спирта, по которой с 1 января 2008 года оно лишается лицензии при отсутствии оборудования по полной переработке или утилизации спиртовой барды (Федеральный Закон «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции» от 25 июля 2005 года № 102) [2].

В зависимости от исходного сырья различают зерновую, зерно-картофельную, мелассную барду, каждой из которых свойственен определенный химический состав и физико-химические свойства. В барде из крахмалистого сырья присутствует клетчатка, зольные вещества, жиры и витамины, ее кормовая ценность составляет 1/3 – 1/4 от кормовой ценности исходного сырья, из которого она получена. Зерновая барда по количеству питательных веществ примерно в 2 раза богаче картофельной. Зерно-картофельную барду используют на корм животным в натуральном и высушенном состоянии.

Химический состав мелассной барды зависит от качества мелассы и способов ее переработки (табл. 1).

Послеспиртовая мелассная барда может служить сырьем для производства кормов для животных в естественном виде; выработки дрожжей; получения кормового белка. Также ее можно непосредственно разливать в полях как удобрение.

Был проведен сравнительный анализ традиционных способов переработки отхода спиртового производства. Результаты анализа представлены в табл. 2.

В настоящее время на большинстве спиртовых заводов мира барду тем или иным образом перерабатывают в основном на корма для животных. Перевозить непереработанную барду невыгодно: большое

содержание жидкости и довольно низкое – ценных веществ делает транспортировку этих отходов нерентабельной.

1. Химический состав послеспиртовой барды

Показатели	Содержание	
	в сухом веществе, %	в натуральном, %
Сухое вещество	100	7,5
Зола	9,6	0,72
Органическое вещество	90,4	6,78
Сырая клетчатка	7,7	0,58
Сырой жир	4,5	0,34
Безазотистые экстрактивные вещества	45,6	3,42
Протеин (N × 6,25)	32,5	2,44
в том числе белок	27,3	2,04
<i>Витамины, мг/кг</i>		
Пиридоксин	9	0,68
Рибофлавин	18	1,35
Ниацин	112	8,4
Пантотеновая кислота	16	12
Холин	5600	420
<i>Аминокислоты, %</i>		
Аспарагиновая кислота	1,07	0,08
Треонин	1,04	0,08
Глутаминовая кислота	4,09	0,33
Лейцин+	1,77	0,132
Триптофан	7,00	0,52
<i>Минеральные вещества</i>		
Фосфор, г/кг	9,5	0,71
Железо, мг/кг	732	55
Марганец, мг/кг	69	5,18

Медь, мг/кг	8	0,6
Цинк, мг/кг	22	1,65

2. Сравнительные характеристики традиционных способов переработки отхода спиртового производства

Способ переработки	Достоинства	Недостатки
Механический	+ Исключены выбросы в атмосферу; + возвращение очищенной воды в производство	– Высокие капитальные затраты; – чрезмерный уровень потребления электроэнергии
Физико-химический	+ Возвращение очищенной воды в производство	- Разбавление отхода в два раза; – неполная утилизация
Биотехнологический – аэробный	+ Простота конструкции; + удаление биогенных элементов стоков; + более полная очистка по ХПК и БПК	– Необходимость разбавления барды; – большие энергозатраты на аэрацию (70...80%); – образование вторичных отходов (активный ил, био пленка)
– анаэробный	+ Простота конструкции; + более полная очистка по ХПК и БПК	– Утилизация взрывоопасных газов; – экстенсивность протекания процесса биологического разложения; – значительная площадь под метанотенки

В современных условиях один из путей решения проблемы утилизации спиртовой барды – ее использование как питательной среды для получения кормового белкового препарата. Также в решении проблем утилизации отходов спиртовой промышленности и обеспечения животноводства и птицеводства белком важную роль играет сочетание экономических, а также экологических и правовых аспектов.

Таким образом, сточные воды спиртовых заводов вносят значительный вред окружающей среде, но при правильном научном подходе возможно предотвратить вредное воздействие на экологию.

Разработка эффективных методов решения экологических проблем позволяет своевременно принять природоохранные меры, обязать установку очистительных сооружений на заводах и предприятиях.

Список литературы

1. **Сравнение** технологий переработки барды, переработка послеспиртовой барды [Электронный ресурс] : ООО «СПС-наладка». – URL : <http://www.spbarda.ru/>. – Загл. с экрана.

2. **Яковлев, С. В.** Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – М. : АСВ, 2004. – 704 с.

3. **Стромова, Н. А.** Разработка технологии получения белкового препарата при переработке послеспиртовой барды: дипломная работа, бакалавр / Н. А. Стромова. – Тамбов, 2018. – С. 8–9.

Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 579.672

*Е. В. Таранюк, В. Н. Татаринцева**

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ АНАЛИЗА МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Микробиологическая безопасность продуктов питания – важный аспект их качества. Документами, регламентирующими микробиологическое состояние являются ГОСТ и ТУ. Рассмотрим один из них – технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013), который определяет допустимые уровни содержания микроорганизмов и соматических клеток в сыром молоке, сыром обезжиренном молоке и сырых сливках (табл. 1).

Основным показателем, характеризующим санитарное состояние объектов, измеряемым количеством микроорганизмов в 1 см³ (г), является микробная обсемененность.

Основной метод выявления обсемененности – посевы с использованием специальных диагностических питательных сред. Процесс выявления длится около 72 ч. Данный метод требует большого количества расходных материалов и длительного времени анализа. Поэтому актуальной является задача разработки экспресс-методов, которые

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» Д. С. Дворецкого.

позволят получить быстрый результат микробиологического анализа скоропортящихся продуктов как в лабораторных, так и вне лабораторных условиях.

**1. Допустимые уровни содержания микроорганизмов
и соматических клеток в сыром молоке,
сыром обезжиренном молоке и сырых сливках**

Продукт	КМАФАнМ, КОЕ/см ³ (г), не более	Объем (масса) продукта, см ³ (г), в которой не допускаются		Содержание соматических клеток, в 1 см ³ (г), не более
		БГКП	Патогенные, в том числе сальмонеллы	
Сырое молоко	5×10^5	–	25	$7,5 \times 10^5$
Сырое обезжиренное молоко	5×10^5	–	25	–
Сырые сливки	5×10^5	–	25	–
Сырое молоко для производства:				
а) детского питания	3×10^5	–	25	5×10^5
б) сыров и стерилизованного молока	5×10^5	–	25	5×10^5

Существует несколько экспресс-методов определения микробиологической обсемененности.

Одним из них является дип-слайд, представляющий собой пластину, помещенную в стерильную пластиковую пробирку с крышкой. На пластину с обеих сторон нанесена агаризованная питательная среда. Для количественной оценки бактериальной обсемененности выросшие на дип-слайде колонии рекомендуется сравнивать с образцами, приведенными на рис. 1.

Использование дип-слайдов позволяет в течение 1–2 суток установить наличие патогенной и условно-патогенной микрофлоры, провести ее количественный и качественный учет. В случае появления одной или нескольких больших колоний следует помнить: анализируя по плотности выросших колоний, а не по размеру [2].

Индикаторами для обнаружения бактериальной обсемененности являются продукты метаболизма. В процессе метаболизма микроорганизмов образуются самые разнообразные низкомолекулярные соединения (глюкоза, молочная кислота, глюконат, этанол, аминокислоты,

мочевина и др.). Затем эти соединения последовательно катаболизируются микроорганизмами до таких соединений, как амины, аммиак, сульфиды, обладающие неприятным запахом.

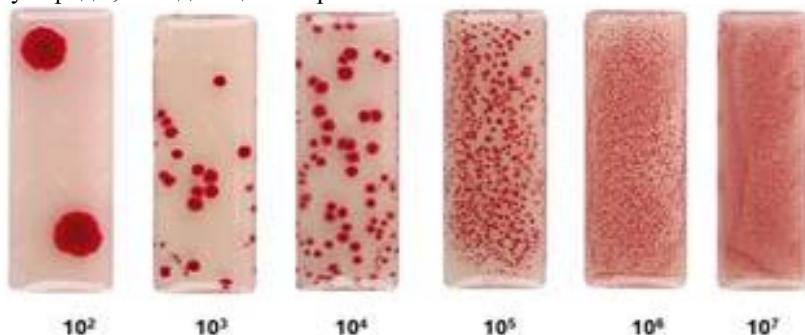


Рис. 1. Визуальный контроль плотности бактериальных колоний на дип-слайде

Так, большинство научно-исследовательских работ посвящено разработке методов выявления химических изменений, вызываемых микроорганизмами, а не оценке общего количества колониеобразующих единиц (КОЕ).

К современным количественным методам определения микроорганизмов относятся методы на основе биочиповой технологии: ДНК-чип и белковый иммуночип.

Анализ с применением ДНК-чипа с биотиновой меткой и колориметрическим детектированием для индикации и идентификации бактерий занимает 5...7 ч. Конечный результат биочиповой тест-системы оценивается визуально, как в стационарных, так и в полевых условиях.

Применение ДНК-чипа позволяет быстро и с высокой достоверностью обнаруживать возбудителей инфекций в различных биологических материалах [1].

Белковый иммуночип представляет собой плотную подложку, на поверхности которой дискретно нанесены в определенном порядке либо антигены, либо иммобилизованные антитела, специфичные к различным антигенам.

Иммуночип предназначен для одновременного количественного и качественного определения нескольких микроорганизмов посредством иммуоферментных и иммуно-химических реакций. Данным методом определяют не только присутствие микроорганизмов, но и остаточное количество продуктов метаболизма. Достоин-

ством метода является быстрота выявления микроорганизмов по наличию сигнала в точно пространственно определенных зонах нанесения антигенов [1].

Флюоресцентная цитометрия позволяет вести прямой учет микробных клеток в процессе их роста в специальной среде, содержащей органические вещества, буферные соли и флюоресцирующие индикаторы. Наряду с флюоресцирующими индикаторами используются окислительно-восстановительные индикаторы (резазурин), меняющие свою окраску в зависимости от рН-среды.

Метод определения обсемененности на микробитестах основан на изменении окраски индикаторов ферментами микроорганизмов. С помощью него ориентировочно можно определить количество бактерий и значительно сократить время анализа [3].

Легкие и удобные в эксплуатации микробитесты обладают следующими преимуществами:

- позволяют в широком диапазоне вести подсчет микроорганизмов;
- позволяют сократить количество разведений;
- гарантируют воспроизводимый точный результат;
- имеют простую интерпретацию, основанную на визуальном различии позитивного и негативного результатов.

Но чтобы получить верный результат, нужно постоянно наблюдать за ходом реакции в течение 24...48 ч.

Список литературы

1. **Прунтова, О. В.** Современные методы определения микробиологической порчи пищевых продуктов и сырья / О. В. Прунтова, Н. Б. Шадрова // Пищевая безопасность. – 2017. – № 2. – С. 27 – 33.
2. **Разработка** микробиологических тестов для анализа качества пищевых продуктов / А. Р. Зайнуллина, Э. М. Халиуллин, Г. Ю. Яковлева, Е. В. Петухова // Вестник технологического университета. – 2018. – № 2. – С. 233 – 236.
3. **Аспандиярова, М. Т.** Микробиологический экспресс-анализ молочной продукции / М. Т. Аспандиярова // Переработка молока. – 2011. – № 5. – С. 10–11.

Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 631.8

*В. Н. Татаринцева, Н. А. Стримова, Е. В. Таранюк**

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКА ПОСЛЕСПИРТОВОЙ МЕЛАССНОЙ БАРДЫ

Для многих промышленных и сельскохозяйственных производств актуальны проблемы переработки органических отходов, сброс которых приводит к серьезным экологическим последствиям. По данным официальной статистики на 2016 – 2017 гг., в России ежегодно образуется до 5 млрд т отходов: из них 65% промышленных отходов; 30% отходов сельскохозяйственных производств; 5% бытовых отходов (рис. 1) [1].

Для переработки и утилизации органических отходов используются следующие наиболее распространенные способы:

- компостирование;
- вакуумная сушка;
- анаэробное сбраживание для получения биогаза;
- вермикомпостирование.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» О. В. Зюзиной.

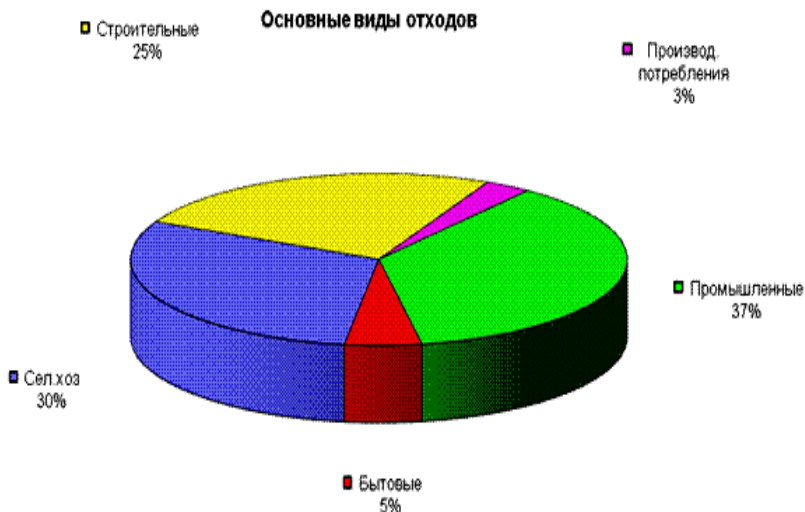


Рис. 1. Процентное соотношение основных видов отходов от их общего объема

Компостирование отходов требует длительного времени для разложения органических веществ микроорганизмами, поэтому не является эффективным решением проблемы утилизации органических отходов.

Сушка в вакууме отличается значительным расходом тепла и электроэнергии на 1 кг испаряемой влаги.

Способ анаэробного сбраживания позволяет получать биогаз как альтернативный источник энергии. Но реализация этой технологии отличается высокой стоимостью комплекта оборудования, продолжительным временем сбраживания и необходимостью утилизации большого количества ила после метанового брожения.

Наиболее перспективным способом переработки органических отходов является вермикомпостирование – биотехнологический способ переработки органических отходов с помощью червей (вермикюльтуры). Деятельность вермикюльтуры способствует интенсивному преобразованию органического материала в экологически чистое удобрение – биогумус или вермикомпост, содержащее до 35% гумуса на сухое вещество.

Для осуществления технологии вермикомпостирования в качестве субстрата используются различные органические отходы: навоз КРС, конский навоз, навоз МРС, кроличий помет, куриный помет, пищевые отходы, бумага.

Наиболее часто используемым сырьем является смесь навоза разных видов животных, химический состав смеси навоза представлен в табл. 1.

1. Химический состав субстратов на основе навоза [2]

Варианты опыта	Зольность	Орг. вещ-во	Общий азот (N)	Общий калий (K ₂ O)	Общий фосфор (P ₂ O ₅)	pH
	%, от сухого вещества					
Навоз КРС	15,38	84,2	2,00	2,17	0,45	6,8
Навоз свиной	12,2	87,8	2,25	0,36	1,39	5,8
Навоз конский	10,6	89,4	2,06	1,66	0,98	8,2
Навоз МРС	13,4	86,7	0,64	2,08	0,76	
Навоз КРС + навоз свиной	14,6	85,4	2,55	2,00	0,48	7,2
Навоз КРС + навоз конский	11,1	88,9	2,05	1,96	0,67	8,0

Каждый вид субстрата имеет свои особенности подготовки, подачи, время переработки, а также отличается выходом биогаза, его качеством и насыщенностью нужными элементами.

Предлагается использовать в качестве основного субстрата отход спиртовой промышленности – осадок меласной барды. Из-за ряда химических соединений и высокой кислотности меласную барду выдерживают в картах-отстойниках, где происходит частичное испарение жидкости и накопление сухого осадка.

Химический состав осадка представлен в табл. 2.

Для сбалансирования физико-химического состава осадка меласной барды в качестве наполнителей могут быть использованы: измельченная солома, сено, мел, сухие листья, опилки и др.

В качестве вермикюльтуры используются популяция червей вида *Eisenia foetida*. Особи данного вида обладают высокой производительностью биогаза, легко и быстро адаптируются к различному по составу и свойствам субстрату, поддерживают свою жизнедеятельность при значительных колебаниях условий среды.

Процесс вермикомпостирования включает 5 основных стадий:

- 1) подготовка основного субстрата и добавление наполнителей;
- 2) заселение вермикюльтуры;

- 3) компостирование (основная стадия);
- 4) отделение сырого биогазуса от биомассы червей;
- 5) сушка биогазуса и дальнейшее использование червей.

Осуществление основной стадии может обеспечиваться буртовой (грядовой), траншейной и ящичной технологией. Из всех перечисленных ящичная технология менее трудоемкая, энергоемкая, поддается механизации и автоматизации.

2. Химический состав осадка послеспиртовой мелассной барды

Наименование анализируемого показателя	Единицы измерения: массовые доли, %	Результат измерений
pH		7,7
Зольность	%	82,5
Органическое вещество	%	17
Общий азот (N)	%	1,02
Общий фосфор (P ₂ O ₅)	%	0,36
Общий калий (K ₂ O)	%	0,8

В ящичной технологии компостирование происходит в ящиках, лотках, поддонах с сетчатым дном (контейнеры).

Контейнерный способ основан на особенности червя жить в слое субстрата 25...30 см и подниматься в верхние слои по мере поедания корма. Черви из нижних слоев содержимого контейнера перемещаются вверх к корму, в нижней части остается переработанный субстрат. По мере наполнения первого контейнера на него устанавливается следующий, в который засыпают слой питательного материала и через сетчатое дно в него из нижнего лотка устремляются черви. По мере наполнения второго устанавливается третий контейнер. За время переработки питательного материала в верхнем лотке все черви успевают переползти из нижнего в верхний и лишь незначительная их часть находится в среднем лотке. Нижний лоток убирается, средний становится нижним, а верхний становится средним. Нижний лоток освобождается от сырого биогазуса, затем устанавливается на место верхнего лотка и загружается новым слоем питательного материала [3].

Таким образом, целью работы является повышение производительности процесса вермикомпостирования для получения биогазуса из осадка послеспиртовой мелассной барды.

Список литературы

1. **Актуальность** проблемы утилизации пищевых и сельскохозяйственных отходов [Электронный ресурс] // АгроБиотехнологии. – URL : <http://www.nasadki.net>.

2. **Мустафаев, Б. А.** Переработка органических отходов, производство биогумуса – основа воспроизводства плодородия почв / Б. А. Мустафаев, З. Е. Какезжанова, А. Б. Кенжетаева // Сельскохозяйственные науки. Вестник ОмГАУ. – 2012. – № 4(8).

3. **Пат. № 2054402** Российская Федерация, МПК:С05F 3/06, А01К 67/033. Утилизация органических отходов / Останин А. Л., Останин Л. П. ; патентообл. : Останин А. Л. – № 5048318/15 ; заявл. 17.07.1992 ; опубл. : 20.02.1996.

Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 663.127

*Я. В. Устинская, М. А. Еськова**

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Ежегодно в мире производится около 200 млрд. л пива. Из 137...173 т твердых отходов пивоваренной промышленности на долю остаточных пивных дрожжей приходится около 15...18 т [1].

Необходимость переработки пивных дрожжей обусловлена огромной пищевой ценностью данного продукта благодаря уникальному биохимическому составу этих организмов. Для человека они служат источником аминокислот, минералов, витаминов, ферментов и многих других полезных веществ, необходимых для роста, правильного метаболизма и укрепления иммунной системы [1].

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» Д. С. Дворецкого.

Остаточные пивные дрожжи используются в производстве добавок в корма для животных, биологически активных добавок, пластических масс.

Целью работы является анализ перспектив использования остаточных пивных дрожжей для создания функциональных продуктов питания.

Пивные дрожжи считаются биологически активной добавкой, восполняющей дефицит витаминов группы В, аминокислот, минеральных веществ (табл. 1).

Дрожжи – превосходный источник растительных протеинов, что делает их важным компонентом вегетарианских блюд. В связи с этим возникает необходимость в разработке технологии переработки пивных остаточных дрожжей на пищевые цели, которая позволила бы более полно и рационально использовать составные компоненты этого сырья для производства пищевых продуктов.

Использование продукта обработки остаточных пивных дрожжей в рационе питания поможет удовлетворить потребности человека в белках, витаминах, аминокислотах, минеральных веществах.

В составе таких препаратов – фолиевая кислота, источником которой для организма служит в основном мясная пища. Фолиевая кислота участвует в процессе синтеза ДНК при делении клеток и благотворно влияет на детородную функцию.

1. Химический состав пивных дрожжей

Витамины	мг/100 г биомассы	Суточная потребность, мг/1 кг массы тела
В ₁	0,8	1.5
В ₂	5,0	1.7
В ₆	3,6	2
РР	29,4	У мужчин – 16...28, у женщин 14...20
Аминокислоты	г/1 кг в с.в.	Суточная потребность, мг/1 кг массы тела
Лизин	41,5	12
Метионин	8,0	3,5
Треонин	29,0	7

Изолейцин	29,6	10
Минеральные вещества	мг/1 кг	Суточная потребность, мг/1 кг массы тела
Fe	560	10
Cu	64	2...3
Mn	80	2...5
Zn	109	15

Большая часть витаминов, содержащихся в пивных дрожжах, являются водорастворимыми, поэтому не накапливаются в организме. Эта добавка значительно улучшает самочувствие при авитаминозе и гиповитаминозе.

Дрожжи можно использовать в качестве добавки при производстве хлебобулочных, кондитерских изделий, мясных продуктов, соусов, продуктов детского питания.

Остаточные пивные дрожжи чаще всего перерабатывают с получением дрожжевых экстрактов (автолизатов) или гидролизатов.

Дрожжевой экстракт – водорастворимая фракция свободных пептидов и аминокислот, которая образуется в результате распада дрожжей под действием собственных протеолитических ферментов или при нагревании [2].

Гидролизаты получают под действием различных физических факторов (например, механического воздействия или ультразвука), химических веществ (солей, толуола, кислот и т.д.).

Получаемые гидролизаты и автолизаты пивных дрожжей обладают сильным биостимулирующим эффектом, поэтому чаще всего их применяют в качестве добавок к питательным средам для увеличения скорости роста при культивировании дрожжей и других микроорганизмов.

Автолиз дрожжей – процесс посмертного разложения дрожжевой клетки под действием внутриклеточных гидролитических ферментов. Условие автолиза – смерть клеток при сохранении активности внутриклеточных ферментов [2].

Протеиназа и пептидаза катализируют распад белков и ферментов, выполняющих в клетке важные биологические функции, что нарушает координационную связь и клеточную регуляцию ферментов. Начинается разрушение внутриклеточных органелл.

Автолизат пивных дрожжей – продукт, полученный из пивных дрожжей в результате процесса автолиза, когда под действием определенной температуры (обычно 55...80 °С) происходит расщепление содержимого клеток на моносоединения: белки превращаются в свободные аминокислоты, нуклеотиновые кислоты – в нуклеотиды и амины, полисахариды – в моносахара. Процесс автолиза делает пищу биологически более доступной для нашего организма.

Одним из способов, позволяющих эффективно и быстро разрушить клеточную стенку микроорганизмов для дальнейшего получения и увеличения выхода эндометаболитов, является ультразвуковая обработка.

Результатом предлагаемого способа обработки дрожжей ультразвуком является интенсификация процесса разрушения клеточной стенки и увеличение выхода внутриклеточных метаболитов [3].

Витамины группы В (тиамин, пиридоксин, пантотеновая и никотиновая кислоты, биотин, инозит), РР, А, К и минеральные вещества полностью сохраняются при воздействии ультразвука.

Наиболее ценные компоненты дрожжевой биомассы – белки, находятся в продукте в сложно усвояемой форме, так как имеют сходство с растительными белками. Гидролиз белков можно осуществить, используя помимо ультразвуковой обработки препараты протеолитических ферментов.

Живых пивных дрожжей в автолизате нет. Есть только частично разрушенные клетки, а это значит, что при полной сохранности всего богатства минерального и витаминного состава дрожжей, белки становятся легкоусваиваемыми.

Таким образом, экстракт пивных дрожжей содержит необходимые организму аминокислоты, полный набор витаминов группы В, витамины РР, А, К, высшие и низшие пептиды, полисахариды, микроэлементы, ростовые вещества и может использоваться как источник энергии для организма, применяться для повышения умственной и физической работоспособности, укрепления иммунитета.

Обладающий сильным и приятным ароматом и вкусом мяса дрожжевой экстракт является усовершенствованной многофункциональной питательной и полезной пищевой приправой, которая становится все более популярной.

В настоящее время продукты на основе дрожжевых экстрактов производятся неоптимизированными по пищевой и биологической ценностям. Одни компоненты содержатся в количестве, превышающим суточную норму, другие – в совсем небольшом количестве, также

часть компонентов (белки) находится в продукте в сложно усвояемой форме, так как имеют сходство с растительными белками. Представленные на рынке продукты также имеют высокую цену, что также является существенным недостатком.

Поэтому разработка технологии, позволяющей обогатить продукт по какому-либо одному компоненту и снизить себестоимость конечного продукта является актуальной задачей

Список литературы

1. **Schuttelaar & Partners.** Yeast extract – naturally good [Electronic resource]. – URL: http://yeastextract.info/public/documents/brochures/brochure_en_expert_info_package.pdf.

2. **Schuttelaar & Partners.** Yeast extract – Information for food professionals [Electronic resource]. – URL : http://yeastextract.info/public/documents/brochures/brochure_en_expert_info_package.pdf.

3. **Андрянов, Ю. В.** Способ дезинтеграции биологических клеток: патент Российская Федерация 2117040 / Ю. В. Андрянов, В. П. Смирнов [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.findpatent.ru/patent/211/2117040.html> (дата обращения: 22.09.18).

Кафедра «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621:004

*Д. И. Калинин**

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ КОРПУСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Себестоимость продукции – один из важнейших экономических показателей деятельности машиностроительных предприятий и объединений, выражающий в денежной форме все затраты предприятия, связанные с производством и реализацией продукции. Себестоимость показывает, во что обходится предприятию выпускаемая им продук-

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» М. В. Соколова.

ция. В себестоимость включаются перенесенные на продукцию затраты труда и расходы на оплату труда работников предприятия.

Одной из самых затратных в производстве деталей является корпус.

К корпусным относят детали, обеспечивающие взаимное расположение деталей узла и воспринимающие основные силы, действующие в машине. Корпусные детали обычно имеют довольно сложную форму, поэтому их получают методом литья (в большинстве случаев) или методом сварки (при единичном и мелкосерийном производстве). Для изготовления литых корпусных деталей широко используют чугун (например, марки СЧ15), а при необходимости ограничения массы машин – легкие сплавы (алюминиевые, магниевые).

Корпусная деталь состоит из стенок, ребер, бобышек, фланцев и других элементов, соединенных в единое целое.

При конструировании литой корпусной детали стенки следует по возможности выполнять одинаковой толщины. Толщину стенок литых деталей стремятся уменьшить до величины, определяемой условиями хорошего заполнения формы жидким металлом [1].

Для уменьшения затрат материала и повышения технологичности за счет сокращения операций механической обработки, заготовку следует получать максимально близкую по конструкции и габаритам к готовому изделию.

Выбор способа получения заготовки и его дальнейшая обработка зависит от типа производства [2].

В единичном производстве корпус можно получить методом сварки или литьем в одноразовые формы. Литье в разовые неразъемные литейные формы из дисперсных огнеупорных материалов с сохранением заполнения формы гравитационным методом сверху из ковша через литниковую систему, как в традиционной технологии.

Особенность этого способа – использование разовой модели, которую для удаления из неразъемной формы разрушают до или в процессе заполнения формы расплавом. В этот способ входят литье по выплавляемым, выжигаемым, растворяемым и газифицируемым моделям. В настоящее время наибольшее распространение получило литье по выплавляемым моделям, а новым и развивающимся процессом является литье с использованием моделей из фотополимерных материалов.

Дальнейшая обработка осуществляется на универсальных станках, ЧПУ и с применением гибких (перенастраиваемых) автоматических линий. Данные методы позволяют уменьшить расходы на покупку дополнительного оборудования, оснастки и производственных площадей.

В серийном и массовом производстве требуются более производительные способы получения заготовки, такие как объемная штамповка, литье в многоразовые формы. Литье в полупостоянные или постоянные разъемные формы с сохранением заполнения формы гравитационным методом сверху из ковша через литниковую систему.

Общая характеристика этого способа – разборная литейная форма, состоящая из полупостоянных (или постоянных) и разовых элементов. Конструкция формы должна позволять извлекать отливку без повреждения многократно используемых элементов формы. Основной метод – литье в кокиль.

Известно также литье в углеродные (графитовые) формы.

Характерные признаки следующих способов – дополнительные воздействия на расплав при заполнении формы и затвердевании отливки. В этих случаях тип и конструкция литейной формы определяются требованиями к отливке и параметрами воздействия на расплав и кристаллизующуюся отливку.

Метод горячей объемной штамповки использует одно из основных физических свойств металлов – пластичность. Это свойство металлического поликристалла изменять свои размеры при приложении к нему усилия.

Горячая объемная штамповка – это вид обработки металлов давлением, при котором формообразование поковки из нагретой заготовки осуществляется с помощью специального инструмента-штампа. В качестве заготовок для горячей штамповки в подавляющем большинстве случаев применяют прокат круглого, квадратного, прямоугольного профилей.

Инструмент, используемый при штамповке. Штамп – это специальный инструмент с полостью, которая называется ручьем. Поковка представляет собой копию ручья штампа. Штамповки простой модификации, не имеющие большой разницы сечений по длине (высоте), обычно штампуют в штампах с одной полостью, т.е. в одноручьевых штампах. Штамповки сложной конфигурации с резкими изменениями сечений по длине, с изогнутой осью штампуют в многоручьевом штампе.

Широкое распространение горячей штамповки обуславливается следующими ее преимуществами перед ковкой и литьем:

- более высокой производительностью;
- возможностью получения штамповок более сложной конфигурации, чем при ковке;
- значительно более высокой точностью по форме и размерам;

– более высокое качество поверхностей штамповок; обрабатываются резанием лишь те поверхности, которые являются сопрягаемыми с поверхностями других деталей;

- снижением расхода металла по сравнению с ковкой и литьем;
- более высокими показателями механических свойств.

К недостаткам горячей штамповки можно отнести следующее:

- изготовление в основном поковок сравнительно небольших масс и размеров (0,5...30 кг, поковки массой 100 кг считают крупными);
- приложение больших усилий деформирования, чем при ковке;
- штамп – дорогостоящий специальный инструмент, и естественно, что он сложнее в изготовлении, чем инструмент, применяемый при ковке.

Однако, в массовом и крупносерийном производствах горячая штамповка рентабельнеековки.

Требуются производственные площади, автоматизированные линии, применение специальных приспособлений и оснастки. В условиях крупносерийного и массового производства основным оборудованием для механической обработки являются автоматические линии (АЛ) или состоящие из них системы.

В средне- и крупносерийном производствах используются гибкие автоматические линии, так как предъявляются специфические требования к металлорежущему оборудованию. Обычные АЛ в среднесерийном производстве нерентабельны вследствие малого коэффициента загрузки, а использование одношпиндельных многоцелевых станков с ЧПУ невыгодно, так как для изготовления больших партий деталей требуется значительное количество этого дорогостоящего оборудования. Поэтому используют ГАЛ на базе станков со сменными шпиндельными коробками (СШК), имеющими высокую производительность. В оборудовании со СШК заготовка остается неподвижной во время всего цикла обработки, а инструмент, установленный в СШК, подается в последовательности, соответствующей ходу технологического процесса обработки. Число наименований деталей, изготавливаемых на ГАЛ со СШК, зависит от программы их выпуска и трудоемкости обработки и может достигать в среднем 10 – 12 наименований ГПС.

Данные детали изготавливаются на универсальных токарно-винторезных, фрезерных и сверлильных станках. С целью улучшения качества детали, снижения себестоимости и затрат большого количества времени на изготовление, производство детали целесообразно перевести на станки с ЧПУ с учетом применения системы поддержки принятия решений, позволяющей детально рассчитать и спроектировать технологию их изготовления [3 – 6].

Таким способом можно увеличить мощность производства и уменьшить себестоимость продукции.

Список литературы

1. **Решетов, Д. Н.** Детали машин : учебник для студентов машиностроительных и механических вузов / Д. Н. Решетов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1989. – 462 – 466 с.
2. **Хватов, Б. Н.** Проектирование машиностроительного производства. Технологические решения : учеб. пособие / Б. Н. Хватов, А. А. Родина. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 4 – 12 с.
3. **Алтунин, К. А.** Разработка системы поддержки принятия решений выбора режимных и конструктивных параметров токарной обработки / К. А. Алтунин, М. В. Соколов. – Тамбов : Студия печати Павла Золотова, 2016. – 132 с.
4. **Алтунин, К. А.** Структура и адаптация модели представления знаний процесса токарной обработки : монография / К. А. Алтунин, М. В. Соколов, Р. В. Дякин. – Тамбов : Студия печати Павла Золотова, 2017. – 104 с.
5. **Алтунин, К. А.** Применение нейронных сетей для моделирования процесса токарной обработки / К. А. Алтунин, М. В. Соколов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 122 – 133.
6. **Altunin, K. A.** Development of Information Support for Intelligent Cad of Cutting Processes / K. A. Altunin, M. V. Sokolov // Advanced Materials and Technologies. – 2017. – No 2. – С. 67 – 77.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 691

П. А. Мухортов*

ВИДЫ ПОРОКОВ ДРЕВЕСИНЫ

Дерево является древнейшим и одним из наиболее часто используемых при строительстве материалов. В течение всего периода жизни оно подвергается воздействию множества факторов, в том числе и негативных, оказывающих влияние на его развитие, вызывающих различные отклонения, снижающие качество древесины. К их числу относятся и пороки.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. В. Ерофеева.

Пороками называются различные недостатки отдельных участков древесины, ухудшающие ее качество, свойства и ограничивающие возможность использования. Они возникают в растущем или срубленном дереве вследствие климатических условий, механико-биологических повреждений, а также ряда других причин.

Согласно [1], основными пороками являются сучки, трещины, грибные поражения, пороки формы ствола и строения древесины, химические окраски, покоробленность, инородные включения, механические повреждения и пороки обработки. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся из них.

Пожалуй, наиболее часто встречающимся пороком является сучок, т.е. часть ветви, заключенная в древесине ствола. Сучки – основной сортообразующий порок, оказывающий на качество древесины существенное влияние. Они нарушают однородность строения и вызывают искривление волокон и годичных слоев, что снижает механические свойства древесины. Некоторые виды сучков представлены на рис. 1.



Рис. 1. Виды сучков в зависимости от их месторасположения

Сучки имеют множество разновидностей по внешнему виду и физическим характеристикам. Здоровый сучок негативного влияния на качество древесины почти не оказывает, так как твердость у здоровых сучков выше, чем у окружающей их древесины. В то же время гнилой сучок негативно влияет на свойства древесины, очень часто приводя к полной выбраковке пиломатериалов.

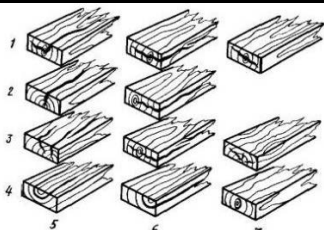
Далее, можно отметить пороки формы ствола. К ним относятся пороки, вызванные особенностями формирования ствола в период роста дерева. Пороки представлены и описаны в табл. 1.

Другим, часто встречающимся пороком, являются трещины, возникающие в стволах деревьев из-за разрывов древесины вдоль волокон. Трещины разделяют следующим образом:

- по положению они делятся на пластевые, боковые, кромочные, торцевые, смешанные;
- по глубине трещины бывают глубокие, неглубокие, сквозные;
- по ширине трещины делят на сомкнутые (шириной не более 0,2 мм) и разошедшиеся (шириной более 0,2 мм).

1. Пороки формы ствола

Наименование	Описание	Изображение
Закомелистость	Резкое увеличение диаметра круглых лесоматериалов в комлевой части	
Сбежистость	Постепенное уменьшение диаметра ствола, с превышением величины нормального сбега (принимается равным 1 см на 1 м длины лесоматериала)	
Кривизна	Искривление продольной оси лесоматериала, обусловленное кривизной ствола	
Наросты	Резкие утолщения на стволе дерева разных форм и размеров, сопровождаемые свилеватостью. Чаще встречаются на деревьях лиственных пород. Делятся на наплывы (с более гладкой поверхностью) и капы (более бугристая поверхность)	



- 1 - метиковые; 5 - пластевые;
 2 - морозные; 6 - кромочные;
 3 - трещины усушки; 7 - торцевые
 4 - отлупные;

Рис. 2. Виды трещин

Отдельно можно разделить трещины по типам. Так, при наличии метиковых трещин одна или несколько широких внутренних проходят через сердцевину ствола в радиальном направлении, не доходя до периферии. Другие – морозные трещины – проходят в радиальном направлении из заболони в ядро ствола. Виды некоторых трещин отображены на рис. 2.

Также стоит упомянуть про пороки строения древесины. Как правило, они связаны с неправильной формой ствола. Некоторые из пороков данного вида показаны на рис. 3.

К химическим окраскам относят окрашенные, равномерные по цвету участки в срубленной древесине, развивающиеся вследствие химико-биологических процессов, происходящих в древесине. В большинстве случаев их возникновение связано с окислением дубильных веществ. Химические окраски существенно портят внешний вид древесины, но не снижают ее физико-механических свойств.

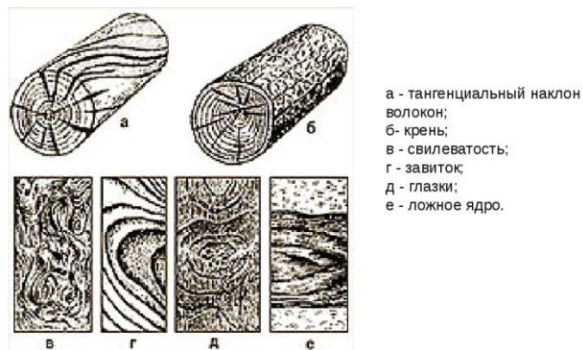


Рис. 3. Пороки строения древесины
2. Виды механических повреждений

Вид повреждения	Описание
Обдир	Лишенный коры участок ствола или неокоренного круглого лесоматериала, иногда обдир происходит вследствие погрыза их грызунами
Затеска	Плоская рана, нанесенная топором или другим режущим инструментом, захватывающая кору и поверхностные слои древесины
Зарубы и запилы	Глубокие повреждения топором или пилой,

	уменьшающие выход пиломатериалов и фанеры
Карра	Повреждение ствола, нанесенное при подсочке. С ней связаны засмолок и нередко красновато-розовая окраска, не снижающая плотности и прочности древесины
Отщеп, скол, вырыв	Сквозные боковые трещины или полное отсутствие части ствола на торце
Багорные наколы	Зачастую сопровождаются химическими окрасками и ухудшают внешний вид древесины

К таким порокам относятся продубина (красновато-коричневая или бурая окраска подкорковых слоев у древесных пород), дубильные потеки (бурые пятна в виде потеков на поверхности), желтизна (светло-желтая окраска заболони, возникающая при интенсивной сушке).

Еще одним видом пороков являются механические повреждения, которые наносятся при выращивании, вырубке, транспортировке или обработке древесины. Бывают повреждения поверхностные или глубокие. К ним относятся обдир коры, затеска, заруб, запил, карра, отщеп, скол, вырыв, багорные наколы [2]. Механические повреждения древесины описаны в табл. 2.

Список литературы

1. **ГОСТ 2140–81.** Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения.
2. **Вакин, А. Т.** Пороки древесины / А. Т. Вакин, О. И. Полубояринов, В. А. Соловьев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Лесная промышленность, 1980. – С. 112.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»
УДК 661.183

*Е. А. Нескоромная, А. В. Бабкин, Д. А. Курносов, Э. С. Мкртчян**

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГРАФЕНОВОГО НАНОКОМПОЗИТА

На сегодняшний день стремительные темпы развития тяжелой промышленности и металлургического комплекса являются важней-

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. Е. Буракова.

шей экологической проблемой. Одним из наиболее часто встречающихся типов загрязнения окружающей среды становятся продукты производственной деятельности – тяжелые металлы (ТМ) в ионной и молекулярной форме, в комплексных соединениях и т.д. Одним из наиболее распространенных представителей ТМ является медь. Несмотря на то, что без нее невозможно протекание многих жизненно важных процессов в организме (превращение железа в гемоглобин, транспорт важных веществ в клетки, транспорт железа из печени для поддержания состава крови и т.д.), избыток меди, как и любых других веществ в организме, приводит к серьезным последствиям, таким как неврологические нарушения, нарушение обмена веществ, наследственные заболевания ЦНС и внутренних органов, болезнь Вильсона-Коновалова и т.д.

С активным развитием нанотехнологической отрасли исследования множества научных школ направлены на синтез наноструктурированных материалов, сорбционная способность которых значительно лучше, чем у стандартных поглотителей, таких как активированные угли, цеолиты, глины и т.д. Это инновационное технологическое развитие отрасли ориентировано на изучение и применение материалов на основе отдельных частиц, имеющих размер порядка нано и (или) микрометров [1, 2].

Авторами работы предлагается использовать в качестве сорбента углеродный нанокомпозит на основе графена, модифицированного органическим соединением (ПГХ/графен). В качестве модификатора применялось ароматическое органическое соединение двухатомных фенолов – хинон ($C_6H_6O_2$). Для исследования возможности использования таких материалов в процессах сорбционной очистки были изучены сорбционные параметры, определяющие эффективность процесса извлечения: значение рН раствора, масса навески сорбента, время достижения равновесия в системе адсорбат/адсорбтив (кинетические эксперименты). Начальная концентрация раствора ионов меди составляла 100 мг/л.

Значение водородного показателя раствора играет важную роль в процессе извлечения ионов тяжелых металлов, так как данный параметр во многом определяет течение процесса не только из-за изменения поверхностных свойств адсорбента, но и вследствие обеспечения конкурентоспособности к извлекаемым компонентам и степени растворимости соли. Одна из основных задач исследования – определение влияния степени активности ионов водорода на сорбционную способность исследуемых материалов. Экспериментальные исследования проводились в подготовленных буферных системах, имеющих значения рН от 2 до 9 [3]. Навеску сорбента массой 0,03 г помещали в кони-

ческие пробирки вместимостью 50 мл, далее заливали 30 мл раствора с заданной концентрацией ионов Cu(II) . Пробирки встряхивали в течение 1 часа на программируемом ротаторе, затем фильтровали для отделения твердой фазы. Равновесную концентрацию металла в отобранных аликвотах измеряли с использованием метода атомно-абсорбционной спектрометрии. Результаты проведенных исследований представлены на рис. 1.

Экспериментальные данные показывают, что сорбционная емкость исследуемого образца достигает наибольшего значения по отношению к ионам меди при $\text{pH} = 6$. Предположительно, это связано со снижением концентрации ионов водорода, конкурирующих с ионами Cu(II) за активные сорбционные центры. Таким образом, дальнейшие исследования проводили с использованием буферных систем при $\text{pH} = 6$.

Для того, чтобы количественно оценить зависимость между массой навески сорбента (ПГХ/графен) и его сорбционной емкостью по ионам меди, были проведены экспериментальные исследования с использованием навески поглотителя в интервале от 0,01 г до 0,07 г. Максимальная сорбционная емкость материала достигается при массе навески – 0,01 г (рис. 2).

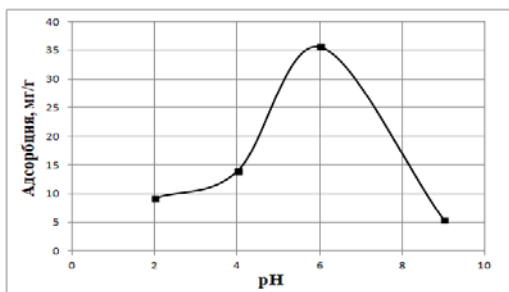


Рис. 1. Влияние pH раствора на сорбционные свойства материала (ПГХ/графен)

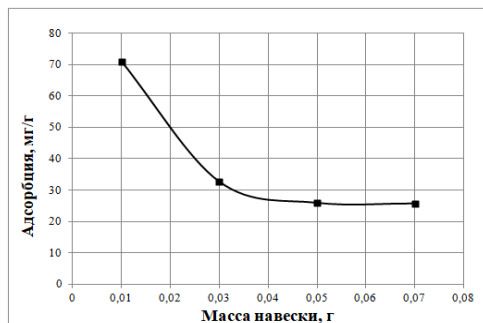


Рис. 2. Влияние массы навески ПГХ/графен на его сорбционную емкость

Полученные зависимости позволяют утверждать, что с увеличением массы наноматериала при фиксированном объеме раствора сорбционная емкость образца уменьшается, что свидетельствует о снижении эффективности работы пористого пространства поглотителя. Таким образом, оптимальная масса навески для проведения дальнейших исследований составила 0,01 г.

Для выявления закономерностей течения процессов сорбции ионов Cu(II) , на исследуемом образце были проведены кинетические эксперименты. Цель выполненных исследований заключалась в установлении времени достижения равновесия в системе адсорбат/адсортив (при котором скорость сорбции равна скорости десорбции) при заданных условиях протекания процесса. На рисунке 3 представлена графическая зависимость сорбционной емкости исследуемого материала от времени. Согласно полученной зависимости около 90% сорбата извлекается в первые 10 мин. Затем процесс существенно замедляется до наступления равновесия.

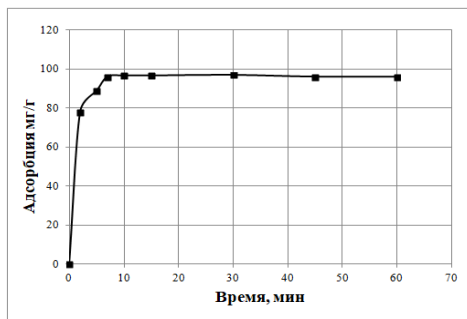


Рис. 3. Кинетическая кривая сорбции ионов Cu(II) из водного раствора на углеродном нанокompозите ПГХ/графен ($C_{\text{нех}} = 100$ мг/л, $m_{\text{сорб}} = 0,01$ г)

Основываясь на экспериментальных данных об изучении сорбционной способности углеродных наноструктур [4], разрабатываемый сорбент превосходит имеющиеся аналоги по значениям емкости и сорбционной активности к извлекаемым компонентам (ионам ТМ).

В рамках представленного исследования были получены оптимальные параметры процесса сорбции ионов Cu(II) на новом углеродном нанокompозите – ПГХ/графен. Экспериментально установлено влияние активности ионов водорода в растворе на степень извлечения ионов Cu(II) . Оптимальное значение $\text{pH} = 6$. Исследования показали, что с увеличением массы навески нанокompозита (более 0,01 г) уменьшаются его сорбционные свойства в заданных условиях. При оптимальном значении pH и массы навески исследуемого сорбента установлено время наступления равновесия, которое составляет ~10 мин при значениях сорбционной емкости ~100 мг/г.

Список литературы

1. **Gupta, A. K.** Synthesis and Surface Engineering of Iron Oxide Nanoparticles for Biomedical Applications / A. K. Gupta, M. Gupta // Biomaterials. – 2005. – No 26. – P. 3995 – 4021.
2. **Hsing, I. M.** Micro- and Nano-magnetic Particles for Applications in Biosensing / I. M. Hsing, Y. Xu, W. T. Zhao // Electroanalysis. – 2007. – No 19. – P. 755 – 768.
3. **Рабинович, В. А.** Краткий химический справочник / В. А. Рабинович, З. Я. Хавин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия, 1991. – 432 с.
4. **Кинетика** сорбции ионов меди (II) из водных растворов оксидом графена / А. В. Бабкин, Е. А. Нескоромная, А. Е. Бураков, И. В. Бураков // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2018. – Т. 24, № 1. – С. 79 – 86.

*Кафедра «Техника и технологии производства нанопродуктов»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*Н. В. Парамонова, А. В. Хробак, В. С. Иконников**

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИК-НАГРЕВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГРАФЕНОМ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ В ЖКХ

Современное развитие экономики РФ связано с появлением инновационных технологий, ключевым преимуществом которых будут: высокая технологичность и энергоэффективность. В этом плане стоит уделить внимание технологиям обогрева помещений.

Существующие технологии отопления жилых помещений базируются на трубных системах отопления с радиаторами различного типа. Недостатками такого отопления являются: заиливание труб, постепенное снижение эффективности, также возможны ситуации с протечкой и т.д. Применение трубного отопления приводит к высоким тепловым потерям через ограждающие конструкции (рис. 1).

Со временем эксплуатации зданий тепловые потери могут интенсифицироваться, что связано с появлением дефектов кладочных швов, которые выветриваются.

Установка приборов отопления под оконным проемом приводит к увеличенным тепловым потерям именно в этом месте (рис. 2, 3).

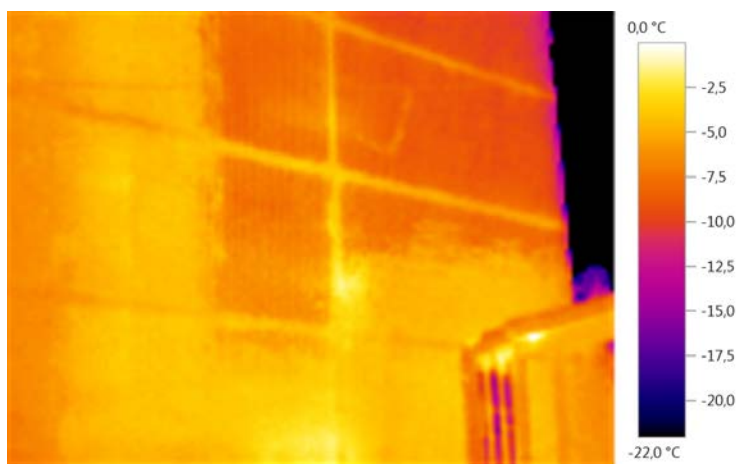


Рис. 1. Термограмма жилого здания (панельные стены)

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» А. В. Щеголькова.

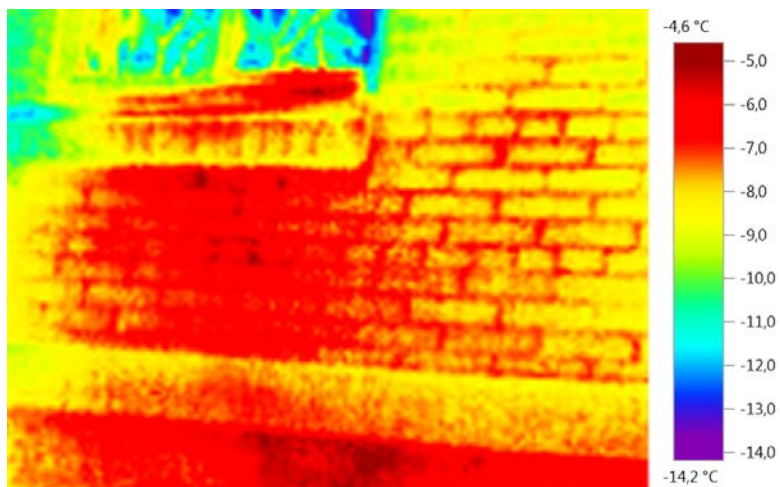


Рис. 2. Термограмма жилого здания (кирпичная кладка)

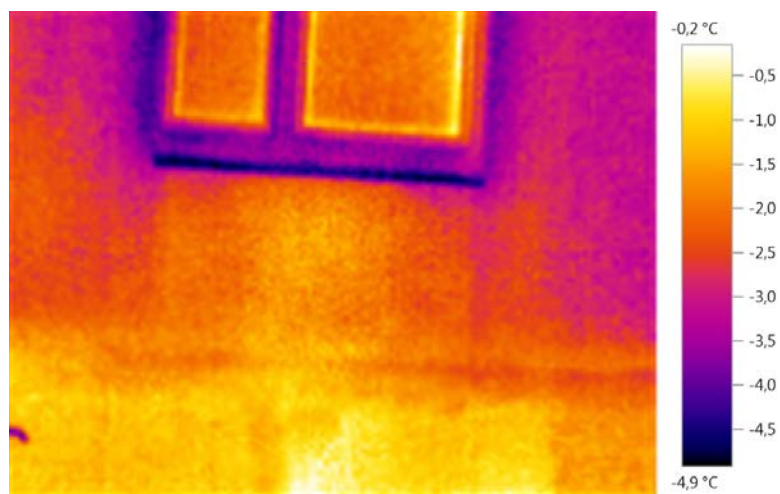


Рис. 3. Термограмма жилого здания (панельные стены)

В этом отношении актуальным является разработка инфракрасных систем обогрева [1, 2]. Это связано с тем, что появляется возможность дополнительного источника тепловой энергии в здании, что повышает комфортность. При строительстве новых зданий ИК-обогрев может заменить стандартные трубные системы отопления.

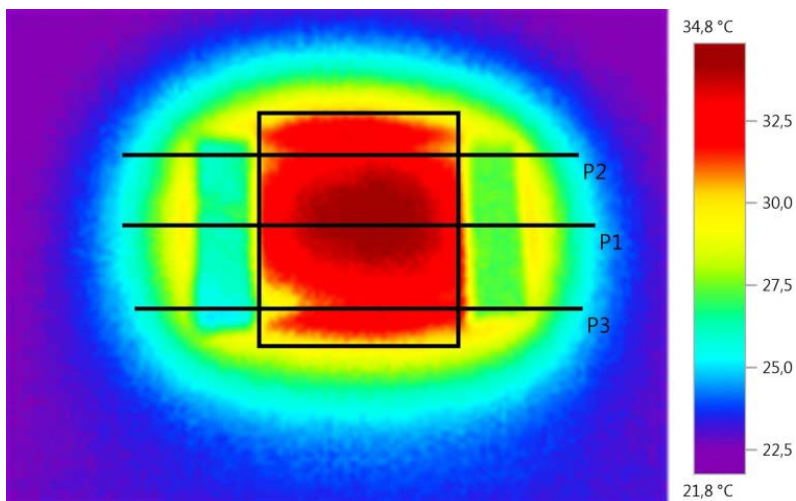


Рис. 4. Распределение температурного поля на поверхности пленочного ИК-нагревателя

Пленочные системы инфракрасного отопления – это электрическое отопление на основе инфракрасного излучения. Инфракрасные пленочные элементы излучают невидимую тепловую составляющую солнечного света, длиной волны 15 мкм. Это излучение поглощается поверхностью стен, пола, мебели, создавая комфортный температурный обогрев помещения.

Для разработки ИК-обогревателей необходимо ориентироваться на пожаробезопасные полимерные материалы и эффективные электропроводящие структуры. С этой целью ИК-нагреватель разработан на основе фторопласта, модифицированного графеном [3].

С целью получения пленочного нагревателя нами была разработана технология модификации фторопласта графеном. Полученные пленки под действием электрического тока нагреваются и излучают ИК-волны. Полученные результаты и технические подходы позволят создать отечественную технологию выпуска пленочных инфракрасных нагревателей с низкой себестоимостью и высокими удельными характеристиками. На рисунке 4 представлен рабочий режим ИК-нагревателя при подаче на него постоянного напряжения (24 В).

Преимущества инфракрасного нагревателя на основе фторопласта, модифицированного графеном перед стандартной системой отопления, основанной на конвекции с радиаторами:

- высокие удельные энергетические характеристики с возможностью применением тепловых аккумуляторов [4];
- возможность массового выпуска и низкая себестоимость за счет применения отечественных материалов и элементов;
- не токсичен;
- в производственном процессе используются адаптивные технологии, позволяющие обеспечить массовый выпуск продукции.
- Высокая инновационность разработки, что обеспечивает инвестиционную привлекательность

Список литературы

1. **Щегольков, А. В.** Электро- и теплофизические характеристики электрического теплоаккумулирующего нагревателя / А. В. Щегольков, А. С. Юдин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19, № 3. – С. 527 – 531.
2. **Влияние** графеноподобных структур на эффект саморегулирования температуры в электропроводящем полимерном материале / А. В. Щегольков, Н. В. Парамонова, А. В. Хробак и др. // Сильно коррелированные двумерные системы: от теории к практике : тез. докл. Всерос. конф. с международным участием. – 2018. – С. 615.
3. **ИК-нагреватель** на основе фторопласта, модифицированного углеродными нанотрубками / А. В. Щегольков, А. В. Щегольков, Н. В. Парамонова, В. С. Иконников // Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент : матер. IX Междунар. науч.-инновационной молодежной конф. – 2017. – С. 216–217.
4. **Щегольков, А. В.** Применение наномодифицированных теплоаккумулирующих материалов для солнечных энергетических установок / А. В. Щегольков, А. В. Щегольков, И. О. Плотницкий // Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – Т. 4, № 40. – С. 46 – 52.

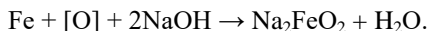
*Кафедра «Техника и технологии производства нанопродуктов»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*А. А. Рыбина, И. К. Алейников**

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНОЙ УГЛЕРОДНОЙ ФАЗЫ НА ЗАЩИТНУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

В современном мире коррозия металлов и защита их от коррозии является одной из важнейших научных и экономических проблем. В настоящее время имеется большое количество методов, которые используются для борьбы с коррозионными разрушениями поверхности металлов. Метод образования оксидной пленки является одним из самых эффективных. Оксидирование представляет собой процесс образования оксидных пленок на поверхности металлических изделий. Технология проведения щелочного оксидирования предусматривает изготовление щелочной среды для того, чтобы при взаимодействии с металлом в присутствии, как правило, солей азотистой и азотной кислот на его поверхности в результате взаимодействия образовалась оксидная пленка, которая защищает материал от попадания воздуха и влаги.

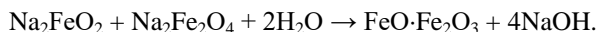
В горячем концентрированном растворе едкой щелочи железо переходит в раствор с образованием закисного соединения по реакции:



При повышении содержания в растворе окислителя образуется соединение трехвалентного железа $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{O}_4$:



Формирующаяся при этом на поверхности металла черная пленка состоит в основном из магнитного оксида железа, которая может образовываться по реакции:



В зависимости от условий оксидирования могут преимущественно кристаллизоваться $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, безводный Fe_2O_3 в виде гематита или магнитного оксида $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ или частично гидратированный оксид $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

* Работа выполнена под руководством канд. хим. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» И. В. Зарапиной.

Толщина пленки зависит от соотношения скоростей процессов возникновения центров кристаллизации и роста отдельных кристаллов.

При большой скорости первого процесса быстро увеличивается количество кристаллических зародышей, и они смыкаются, образуя тонкую сплошную пленку. Если скорость образования зародышей сравнительно невелика, создаются благоприятные условия для их роста и формирования оксидной пленки большей толщины.

В связи с ужесточением требований, предъявляемых к качеству металлических изделий, возникла необходимость в модернизации процесса оксидирования. В многочисленных работах [1, 2] отмечено, что качество оксидного покрытия улучшается, а время обработки снижается при повышении содержания углерода в стали. В связи с этим возникает вопрос влияния состава раствора электролита и углерода на процесс оксидирования и возможность управления качеством и условиями нанесения пленки при введении углеродной фазы в раствор щелочи. Поэтому целью данной работы являлось изучение коррозионной стойкости оксидных покрытий, полученных при добавлении дисперсии углеродных нанотрубок (УНТ) серии «Таунит», стабилизированной поливинилпирролидоном.

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены образцы из стали Ст20 со средней площадью поверхности $14,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$. Поверхность подготавливали путем обезжиривания и химического травления с последующим нанесением оксидного покрытия из электролита.

Формирование покрытий проводили в четырех электролитах. Первый электролит: 650 г/л NaOH + 200 г/л NaNO₂; второй электролит отличался от первого добавлением 0,0001 масс. % УНТ; третий – 0,0033 масс. % УНТ; четвертый – 0,0066 масс. % УНТ; пятый – 0,01 масс. % УНТ. Продолжительность оксидирования составляла 60 мин при температуре 145 °С.

На образцах были проведены исследования толщины (табл. 1) и коррозионной стойкости покрытия. Коррозионную стойкость оценивали проведением следующих лабораторных испытаний. Образцы выдерживали в нейтральном растворе хлорида натрия с массовой долей 3% в течение суток, промывали, удаляли с них продукты коррозии и высушивали.

Проводился визуальный осмотр образцов с целью выявления характера и определения площади коррозионного разрушения.

Для определения скорости коррозии образцы взвешивали до и после выдержки в агрессивной среде и рассчитывали потерю массы образцов по формуле:

$$\Delta m = m_1 - m_2,$$

где m_1 – масса образца до коррозионных испытаний; m_2 – масса образца после коррозионных испытаний.

Коррозионные потери определяли по формуле:

$$K = \Delta m/S,$$

где S – площадь поверхности, подверженная коррозии.

По результатам проведенных коррозионных исследований была получена зависимость, представленная на рис. 1.

1. Соотношение состава электролита и толщины получаемого покрытия

Электролит	Толщина покрытия, мкм
Электролит № 1	12
Электролит № 2	18
Электролит № 3	27
Электролит № 4	24
Электролит № 5	26

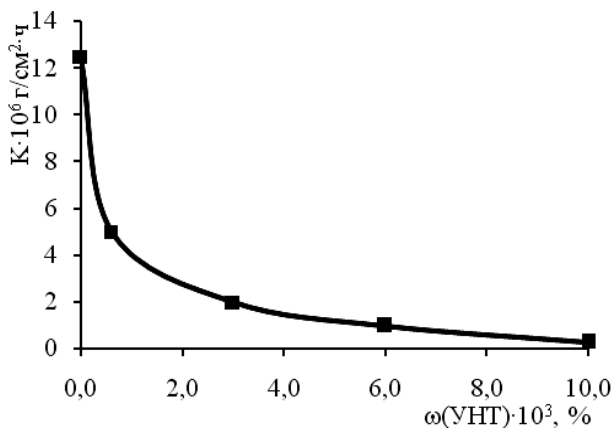


Рис. 1. Зависимость скорости коррозии стали Ст20 от концентрации УНТ в электролите состава: 650 г/л NaOH + 200 г/л NaNO₂

2. Состав раствора щелочного оксидирования

Концентрация, г/л		
NaOH	NaNO ₃	NaNO ₂
600	50	150

3. Коэффициенты коррозионной стойкости покрытий в нейтральной водной среде в присутствии 3 масс. % NaCl

№ п/п	Содержание УНТ, масс. %	Δm	$K \cdot 10^{-4}$, г/см ² ·ч
1	–	0,0508	34,56
2	0,0001	0,0348	23,67
3	0,0033	0,0279	18,98
4	0,0066	0,0204	13,88
5	0,01	0,0112	7,62

Согласно полученным данным оксидные покрытия, образовавшиеся в присутствии 0,0066 масс. % УНТ в щелочном электролите, почти в два раза более стойки, по сравнению с покрытиями, полученными в электролите № 1. Повышение концентрации углерода в щелочном растворе, который используется при оксидировании, не приводит к значительным изменениям коррозионной стойкости оксидной пленки на поверхности стали.

Проведены исследования коррозионной стойкости в присутствии соли азотной кислоты. Состав электролита представлен в табл. 2.

Результаты коррозионных испытаний оксидных покрытий, полученных в присутствии УНТ, приведены в табл. 3. Продолжительность оксидирования составляла 60 мин при температуре 145 °С.

Гравиметрический метод и визуальный осмотр выявили, что повышение коррозионной стойкости наблюдается при добавлении 0,0001 масс. % УНТ в электролит.

Список литературы

1. Грилихес, С. Я. Оксидирование и фосфатирование металлов / С. Я. Грилихес. – Л. : Машиностроение, 1971. – 120 с.
2. Интенсификация электрохимического оксидирования сплава АД31 в озонированном серноокислотном электролите / Н. Ф. Коленчин, В. И. Вигдорович, С. А. Нагорнов и др. // Практика противокоррозионной защиты. – 2017. – № 4(86). – С. 28 – 34.

Кафедра «Химия и химические технологии» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

*А. А. Скоков**

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

Тенденция к строительству многоэтажных жилых домов, привела к востребованности использования новых изделий. Вопрос правильного функционирования и комфортабельности выходит на одно из первых мест, особенно это касается коммуникаций. Постоянные перебои с отоплением и водоснабжением привели к созданию более модернизированных устройств для решения данных проблем. При реконструкции или устройстве новой системы водоснабжения обычно планируется размещение всех приборов потребления воды и необходимых конструктивных элементов. Большинство этих элементов системы водоснабжения имеют достаточно строгие требования к условиям эксплуатации, нарушение которых приводит к снижению срока службы.

Поддержание нормального давления воды в квартире является очень важным условием для безаварийного функционирования водопроводных труб, системы отопления и бытовых приборов, таких как котлы водонагревателей, стиральные, посудомоечные машины и так далее. Для снижения давления воды в системе водоснабжения специалисты рекомендуют встраивать в нее регуляторы давления (рис. 1). Их предназначением является защита от гидравлических ударов и поддержание стабильного напора в системе.



Рис. 1. Регулятор давления

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГТУ» М. В. Соколова.

Назначение детали. Регулятор давления предназначен для стабилизации давления в системах холодного и горячего водоснабжения, включая питьевую воду, во всем диапазоне рабочих расходов и перекрытия магистрали в «безрасходном» режиме. РД поддерживает заданное заводской настройкой давление «после себя» при изменении входного давления и расхода воды.

Описание детали. Мембранный регулятор давления прямого действия с фиксированной настройкой выполнен по схеме с полной разгрузкой от входного давления, что позволяет эффективно стабилизировать давление на выходе регулятора в узком диапазоне значений. Для защиты установленного за РД оборудования от вибронрузок вследствие автоколебаний довольно подвижных массивных частей регулятора последние задемпфированы прокачкой жидкости из специально организованной полости в проточную через канал демпфера. Таким образом, исключается срыв подпружиненной массы подвижных частей в колебательный режим при изменениях расхода жидкости через РД. Для предотвращения залива помещения в конструкции регулятора предусмотрен резиновый аварийный клапан, который перекрывает «дыхательное» отверстие в крышке РД в случае прорыва мембраны.

Технические характеристики РД32М 0,25 [1]

Присоединительные размеры резьбы	1½»
Номинальный диаметр, мм	32
Номинальное давление, МПа	1,6
Температура воды, °С	до 120
Уровень заводской настройки выходного давления, МПа	0,25 ± 0,015
Давление после регулятора в «безрасходном» режиме, МПа	не более 0,4
Расход воды, л/с	от 0,05 до 5,0
Материал корпуса	сталь типа 12Х18Н10Т
Масса, кг	3,7

Проблема изготовления. Данная деталь изготавливалась на токарно-винторезном станке 16К20. Из-за снижения себестоимости, качества детали, затрат большого количества времени на ее изготовление [2 – 5], производство детали было переведено на станки с ЧПУ Linx 210. Таким образом для обслуживания станков понадобится меньшее количество персонала, что приведет к экономии финансовых затрат предприятия; уменьшились временные рамки изготовления, сократились энергозатраты на производство детали и себестоимости продукта.

Список литературы

1. **Информационный** портал фирмы АО «ТВЭСТ». – URL : http://twest.tmweb.ru/catalog/regulatory_davleniya/regulator_davleniya_pryamogo_deystviya_rd32m_0_25/.
2. **Алтунин, К. А.** Разработка системы поддержки принятия решений выбора режимных и конструктивных параметров токарной обработки / К. А. Алтунин, М. В. Соколов. – Тамбов : Студия печати Павла Золотова, 2016. – 132 с.
3. **Алтунин, К. А.** Структура и адаптация модели представления знаний процесса токарной обработки : монография / К. А. Алтунин, М. В. Соколов, Р. В. Дякин. – Тамбов : Студия печати Павла Золотова, 2017. – 104 с.
4. **Алтунин, К. А.** Применение нейронных сетей для моделирования процесса токарной обработки / К. А. Алтунин, М. В. Соколов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 122 – 133.
5. **Altunin, K. A.** Development of Information Support for Intelligent Cad of Cutting Processes / К. А. Altunin, М. V. Sokolov // Advanced Materials and Technologies. – 2017. – № 2. – С. 67 – 77.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 62.09.99

*Э. С. Иванова, А. Н. Бочарова, А. И. Скоморохова**

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОТХОДНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТЫКВЫ СОРТА «МИЧУРИНСКАЯ»

Тыква является ценным диетическим, функциональным, лечебным продуктом. В своем составе она содержит многие витамины, соли калия, кальция, фосфора и других важных элементов. Соотношение этих компонентов определяет питательную ценность и лечебные свойства, зависит от видов и сортов тыквы.

Тыква данного сорта уникальна по своему составу и свойствам. В Тамбовской области ее выращивают ООО «ТЭМП», ряд КФХ, ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ» на экспериментальных полях. Тыква сорта «Мичуринская» районирована и выращивается в 16 регионах России. Ее селекцией и изучением около 50 лет занимался профессор Ю. Г. Скрипников. Данный сорт ценен высокой урожайностью и питательной ценностью. Крупные плоды имеют высокие вкусовые качества и устойчивы к засухе. Период от полных всходов до уборки 96 – 106 дней. Мякоть оранжевая, средней толщины, плотная, очень нежная, сладкая. Содержание сухого вещества 23...25%, общего сахара 5,8...9,5%, каротина 5,2...7,7 мг на 100 г сырого вещества. Максимальная сахаристость плодов наступает после 30 – 60 дней хранения. Товарная урожайность плодов 24,3...51,9 т/га [1].



Рис. 1. Тыква сорта «Мичуринская»

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГТУ» Ю. В. Родионова.

1. Содержание некоторых компонентов тыквы сорта «Мичуринская»

Показатель	Содержание в тыкве сорта «Мичуринская»
Сухие в-ва, % от общ. массы	23
Сумма каротиноидов, мг/%	4,17
Сумма пектиновых веществ, %	1,74
Сумма растворимых сахаров, %	1,74
Глюкоза, %	0,27
Фруктоза, %	0,93
Сахароза, %	0,54
Крахмал, %	1,24
Каротин, мг %	7,92
Витамин С, мг %	14
Витамин В ₁ , мг %	0,48
Витамин В ₂ , мг %	0,08
Витамин В ₉ , мг %	0,07
Витамин Е, мг %	0,58
Витамин РР, мг %	0,82

По содержанию витаминов и микро- и макроэлементов тыква сорта «Мичуринская» имеет высокие показатели (табл. 1).

Тыква данного сорта используется для производства хмелево-тыквенной закваски, где является питательной средой для дрожжевых клеток и молочнокислых бактерий [2].

Отдельные части плода тыквы могут использоваться для различных целей. Семена тыквы могут использоваться для переработки в масло, а шкурки и верхки тыквы для производства лекарства.

Для изготовления сока тыкву данного сорта использовать не выгодно, так как из-за большого количества сухих веществ выход сока будет мал. Из мякоти можно получать чипсы, порошок и т.д. Отходы после переработки можно утилизировать как корм для птиц. Для сушки тыквы для чипсов и порошка можно использовать двухступенчатую вакуум-импульсную сушильную установку. Первая ступень сушки проходит на конвективной сушилке, а вторая в вакуум-импульсной сушильной установке. Достоинства такой сушки в том, что процесс проходит при невысокой температуре, что позволяет сохранить полезные свойства материала [3].

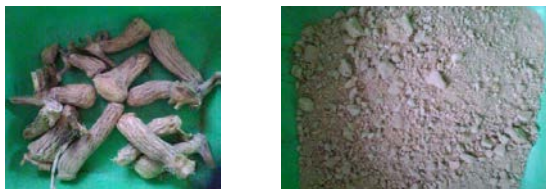


Рис. 2. Плодоножка тыквы сорта «Мичуринская» целая (слева) и измельченная диаметром 150 мкм (справа)

Одним из перспективных направлений переработки тыквы является использование в производстве новых заквасок. Возбудителями брожения ржаных заквасок могут быть молочнокислые бактерии *Streptobacterium Peantarum*, *Thermobacterium*, *Betabacterium* и дрожжевые клетки – *S.cerevisiae*, *S.minor* и др. Также исследование направлений комплексной переработки тыквы сорта «Мичуринская» может включать разработку технологии вакуумной очистки и сушки, использование экстракта мякоти в качестве лекарственных средств, получение пектина. Необходимо точнее изучить микробиологический состав тыквы для создания новых областей использования тыквы сорта «Мичуринская» [4].

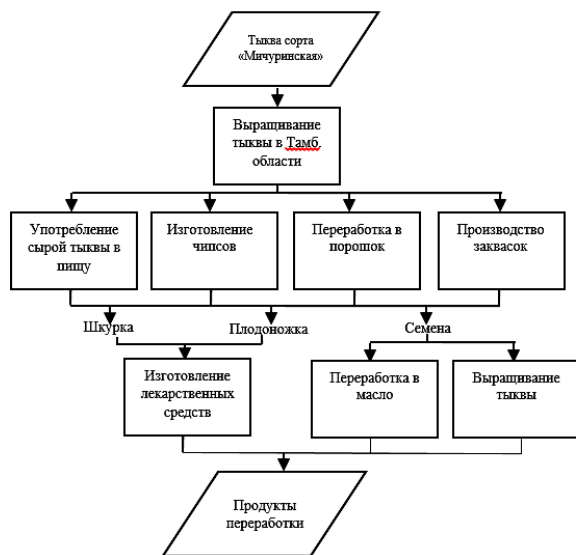


Рис. 3. Блок-схема технологии комплексной переработки тыквы сорта «Мичуринская»

Вывод: комплексная переработка тыквы данного сорта заключается в переработке отдельных ее составных частей, результаты которой можно использовать в пищевой, фармацевтической, сельскохозяйственной и других отраслях промышленности с пользой для человечества.

Список литературы

1. **Скрипников, Ю. Г.** Технология выращивания, хранения и переработки тыквы / Ю. Г. Скрипников, В. Ф. Винницкая. – Мичуринск : Изд-во МичГАУ, 2002. – С. 20.

2. **Разработка** технологии закваски для производства хлеба функционального назначения / Е. П. Иванова, М. А. Митрохин, О. В. Перфилова и др. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – № 1. – С. 260 – 264.

3. **Исследование** и выбор режимных параметров процесса сушки грибов «Вешенка» и кабачков сорта «Якорь» / Э. С. Иванова, Д. В. Никитин, А. Д. Нахман, М. С. Ионов // Междунар. науч.-техн. семинар, посвященный 75-летию со дня рождения К. А. Тимирязева : сб. науч. тр. – 2018. – С. 185 – 188.

4. **Исследование** и выбор режимных параметров экстрагирования биологически активных веществ из тыквы сорта «Мичуринская» / С. П. Рудобашта, А. А. Гуськов, Ю. В. Родионов, Д. В. Никитин // Сушка, хранение и переработка продукции растениеводства : сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. семинара, посвященного 75-летию со дня рождения К. А. Тимирязева. – 2018. – С. 189 – 195.

*Кафедра «Техническая механика и детали машин»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И АППАРАТНОГО ОФОРМЛЕНИЯ БЕЗОТХОДНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТОПИНАМБУРА ЦЧР

Топинамбур является уникальным функциональным, диетическим, лечебным и кормовым продуктом. Он превосходит по питательности многие овощи. Клубни содержат белок, минеральные соли, микроэлементы. В химический состав топинамбура также входят витамины В1, С, каротин. Любому человеку для того, чтобы удовлетворить суточную потребность в витамине С, достаточно будет съесть 200 г клубней топинамбура, а в кремнии – 50 г корнеплода [1]. Клубни топинамбура содержат богатый набор минеральных элементов, в том числе (мг % в сухом веществе): железо – 10,1; марганец – 44,0; кальций – 78,8; магний – 31,7; калий – 1382,5; натрий – 17,2. Для топинамбура характерна жаростойкость и морозостойкость, что позволяет беспрепятственно выращивать его в Центрально-Черноземном регионе. Клубни хорошо зимуют в почве. Выдерживают очень низкие температуры: –20...–40 °С и ниже. Топинамбур не погибает от непродолжительных засух.

Также топинамбур является ценнейшим источником инулина. Известно, что диетическая норма употребления инулина составляет 5...8 г/сутки. Доказано, что полимер фруктозы – инулин – обеспечивает рост бифидо- и лактобактерий, положительно влияет на метаболизм и оказывает иммуномодулирующее действие [2]. Инулин используют в пищевой, фармацевтической, косметической, молочной, и др. отраслях промышленности. Его добавляют в детское питание, в соки, используют в качестве пребиотика, добавляют в шоколад в качестве подсластителя.

По содержанию железа, кремния и цинка топинамбур превосходит картофель, морковь и свеклу.

Использование топинамбура только для получения инулина нецелесообразно. Каждая отдельно взятая часть растения может быть задействована в производстве.

Надземная зеленая масса может использоваться в качестве корма скоту и прикормки диких животных. Сок стеблей пригоден для изготовления патоки. Кожура клубней может использоваться для корма домашних птиц. Из клубней можно изготавливать чипсы и экстракты, а также изготавливать порошок из клетчатки после экстракции.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГТУ» Ю. В. Родионова.



Рис. 1. Высушенный на конвективно-вакуумно-импульсной сушилке топинамбур

Несмотря на существенное превосходство топинамбура по химическому составу перед другими корнеплодами, весомым недостатком является небольшой срок хранения. Для увеличения срока годности топинамбура можно использовать КВИС-сушку [3]. Первая ступень сушки проходит на конвективной сушилке, а вторая в вакуум-импульсной сушильной установке. Достоинства такой сушки в том, что процесс проходит при невысокой температуре, что позволяет сохранить полезные свойства материала [5] (рис. 1). Предварительно проведена

сушка топинамбура для получения опытных данных (рис. 2, табл. 1).

Вывод: предложен способ безотходной переработки топинамбура, результаты которого можно использовать в пищевой, фармацевтической, сельскохозяйственной и других отраслях промышленности на благо человечества. Проведена сушка топинамбура в конвективной вакуум-импульсной сушильной установке.

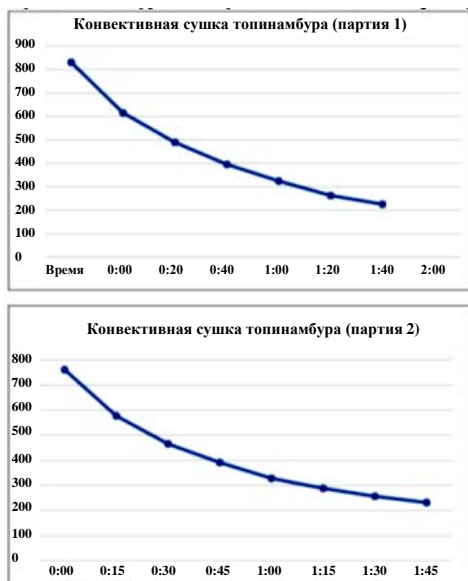


Рис. 2. Кривые конвективной сушки топинамбура

1. Данные вакуумной сушки топинамбура

Время, t (мин)	Масса, m (г)	T материала, С	T теплоносит., С	V теплоносит., м/с	Влажность, %
00:00	831	25	50	2,5	46
00:20	615	27	70	2,5	46
00:40	489	32	70	2,5	47
01:00	395	39	70	2,5	44
01:20	345	44	70	2,5	43
01:40	262	49	70	2,5	43
02:00	225	53	70	2,5	41
00:00	761	24	50	2,5	52
00:15	577	28	50	2,5	47
00:30	465,5	31	50	2,5	47
00:45	391,5	34	50	2,5	46
01:00	328,5	37	50	2,5	46
01:15	288,5	38	50	2,5	45
01:30	257	40	50	2,5	43
01:45	232	42	50	2,5	41

Список литературы

1. **Безусов, А. Т.** Вивчення ферментативних систем топинамбуру для отримання інуліноподібних речовин In Vitro / А. Т. Безусов, І. В. Пилипенко, З. Ю. Средницька // Наукові праці. Науковий журнал. – 2009. – Вип. 36, Т. 2.

2. **Бельмер, С. В.** Пребиотики, инулин и детское питание / С. В. Бельмер, Т. В. Гасилова // Вопросы современной педиатрии. – 2010. – Т. 9, № 3. – С. 121 – 125.

3. **Иновационные** технологии сушки растительного сырья / Ю. Г. Скрипников, М. А. Митрохин, Е. П. Ларионовой др. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2012. – № 3(41). – С. 371 – 376.

4. **Исследование** и выбор режимных параметров процесса сушки грибов «Вешенка» и кабачков сорта «Якорь» / Э. С. Иванова, Д. В. Никитин, А. Д. Нахман, М. С. Ионов // Сушка, хранение и переработка продукции растениеводства : сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. семинара, посвященного 75-летию со дня рождения К. А. Тимирязева. – 2018. – С. 185 – 188.

Кафедра «Техническая механика и детали машин» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

*Н. А. Неверов, Д. И. Андрианов**

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ P- И T-ЗУБЦОВ КАРДИОГРАММЫ

Источником электрической активности сердца является синусовый узел, расположенный в правом предсердии, поэтому анализ кардиограммы начинается с P-зубца, а отклонения в нем могут указывать на нарушения работы как предсердий, так и проводимости электрических импульсов.

Отклонение параметров T-зубца от нормальных значений может свидетельствовать о нарушении кровоснабжения миокарда, возникающего из-за поражения сосудов атеросклеротическими наростами, как следствие развития ишемической болезни.

Для увеличения эффективности оценки параметров P- и T-зубца предлагается применение непрерывного вейвлет-преобразования (CWT). Пусть s – сигнал и ψ – вейвлет. При непрерывном преобразовании вейвлет-коэффициенты сигнала s , соответствующие масштабному коэффициенту a и положению b , определяются формулой (1) [1]:

$$CWT(a,b) = (1/\sqrt{a}) \int_{-\infty}^{+\infty} s(t)\psi^*(t-b/a)dt . \quad (1)$$

Для возможности получать различные кардиосигналы был разработан одноканальный портативный электрокардиограф на базе микроконтроллера ATmega328P. С его помощью мы получали электрокардиограммы в реальном времени для дальнейшей обработки (рис. 1).

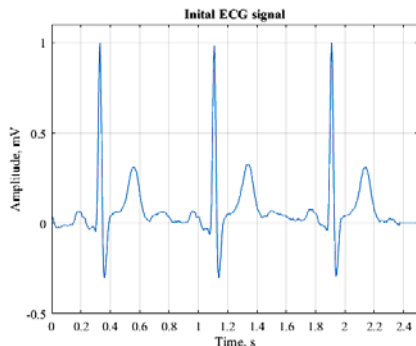


Рис. 1. Кардиосигнал, полученный с портативного электрокардиографа

* Работа выполнена под руководством зав. каф. «Биомедицинская техника», д-ра техн. наук ФГБОУ ВО «ПГТУ» С. В. Фролова.

На основе вейвлет-анализа был разработан алгоритм фильтрации ЭКГ-сигнала для выделения Р- и Т-зубца. Алгоритм состоит из нескольких частей.

1. Фильтрация сигнала на основе Фурье-преобразования для устранения дрейфа нулевой линии и создания полосового цифрового фильтра с полосой пропускания от 0,5 до 100 Гц (рис. 2).

2. Выполнение непрерывного вейвлет-преобразования с использованием коэффициентов аппроксимации биортогонального вейвлета (bior1.5). Разложение выполняется на масштабном интервале от 35 до 45 (рис. 3).

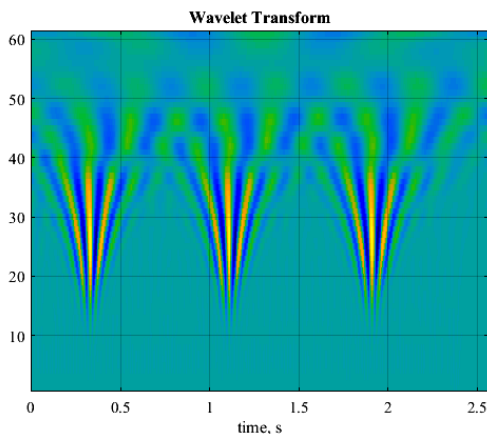


Рис. 3. Вейвлет-спектр исходного сигнала

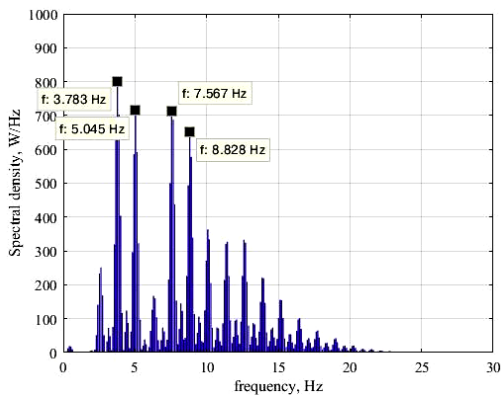


Рис. 2. Фурье-спектр исходного сигнала

3. Нахождение точек максимума ЭКГ-сигнала, выборка из них точек, соответствующих систоле.

4. Обнуление коэффициентов вейвлет-анализа в окрестности точек максимума систолы, чтобы удалить комплекс QRS, вносящий в сигнал наибольшее количество энергии, и возникающих на всех масштабах разложения (рис. 4).

5. Обнуление коэффициентов меньше нуля для устранения дрейфа нулевой линии и возникновения паразитных гармоник и восстановления сигнала (рис. 5).

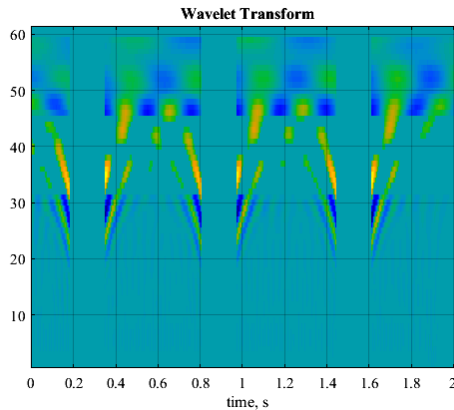


Рис. 4. Удаление QRS-комплекса

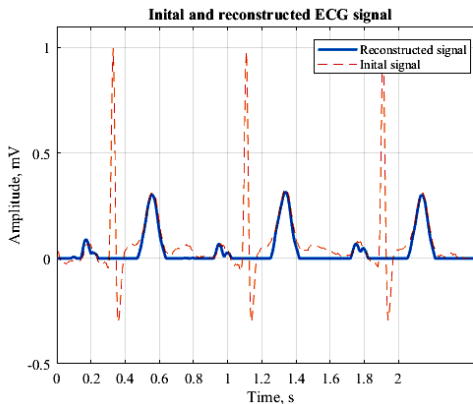


Рис. 5. Сигнал после обработки (сплошная линия)
на фоне исходной электрокардиограммы (пунктирная линия)

Таким образом, на основе вейвлет-преобразования был синтезирован фильтр для выделения зубцов кардиосигнала. Благодаря этому возможно более точно оценивать их параметры как визуально, так и с помощью автоматизированных средств – тем самым выявлять отклонения от нормы, на ранних стадиях диагностировать развитие сердечных заболеваний.

На основе данных исследований возможно создание нейронной сети для распознавания следующих болезней: утолщение предсердий, мерцательная аритмия, сердечная блокада, экстрасистолия для Р-зубца, ишемия, инфаркт, перегрузка сердца для Т-зубца.

Благодаря развитию электроники возможно создание приборов, с низкой стоимостью, которые способны следить за сердечно-сосудистой деятельностью, при этом отправляя снятые сигналы на смартфон или на компьютер, где программа сделает предварительное заключение о состоянии сердца.

Список литературы

1. **Смоленцев, Н. К.** Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB [Электронный ресурс] / Н. К. Смоленцев. – М. : ДМК Пресс, 2009. – 448 с.

2. **Солдатова, В. Р.** Информационная система, повышающая эффективность работы врача-кардиолога / В. Р. Солдатова, В. В. Дубровин // В кн.: Актуальные проблемы энергосбережения и эффективности в технических системах : тез. докл. 3-й Междунар. конф. с элементами науч. школы. Тамбов, 25 – 27 апреля 2016 г. – Тамбов : Изд-во Р. В. Першина, 2016. – С. 427–428.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 633.494

*М. В. Шушпанников, А. А. Гуськов, Н. А. Попов**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ВАКУУМНО-ИМПУЛЬСНОЙ ЭКСТРАКЦИОННО-ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ

В настоящее время лишь небольшая часть сельскохозяйственной продукции непосредственно поступает от производителя к конечному потребителю. Большую ее часть (а некоторые виды сырья полностью) вначале сохраняют, обрабатывают или перерабатывают в различных звеньях народного хозяйства. Важнейшей задачей является сохранение продуктов растениеводства до времени их использования. Можно повысить урожайность всех культур и резко увеличить их валовые сборы, но при этом не получить должного эффекта, если на различных этапах продвижения продуктов к потребителю произойдут большие потери массы и качества.

Таким образом, одним из приоритетных направлений развития пищевой и перерабатывающей промышленности является разработка экономически целесообразной рациональной технологии переработки растительного сырья с целью максимального извлечения биологически активных веществ (БАВ) и их дальнейшего сохранения.

Экстрагирование растительного сырья – это один из способов обработки растительного материала для дальнейшего его транспортирования, хранения или конечной переработки.

Особый интерес представляет возможность регулирования органолептических показателей, биологической ценности и функциональных свойств продуктов питания (кондитерские изделия, пищевые добавки), безалкогольных напитков, настоек посредством введения в их состав растительных экстрактов или их композиций, содержащих биологически активные вещества, витамины, антиоксиданты, предотвращающие возникновение многих патологических состояний организма – стресс, атеросклероз, инфаркт миокарда, и др., и способствующие увеличению сроков хранения готовых изделий без применения традиционных искусственных пищевых добавок (консервантов).

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» Ю. В. Родионова и канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» Д. В. Никитина.

Для эффективной переработки растительного сырья требуется создание и внедрение эффективного технологического оборудования с малой удельной энергоемкостью и материалоемкостью, высокой степенью воздействия на обрабатываемое сырье. Для этого необходимы новые инженерные разработки технологий и оборудования, учитывающие специфику переработки различного рода растительного сырья.

Анализ существующих линий по производству экстрактов из растительной продукции выявил несколько серьезных недостатков: большинство имеют узконаправленное назначение (переработка ограниченного наименования сырья), предназначены для крупных производств, присутствуют значительные потери полезных и биологически активных веществ в процессе переработки.

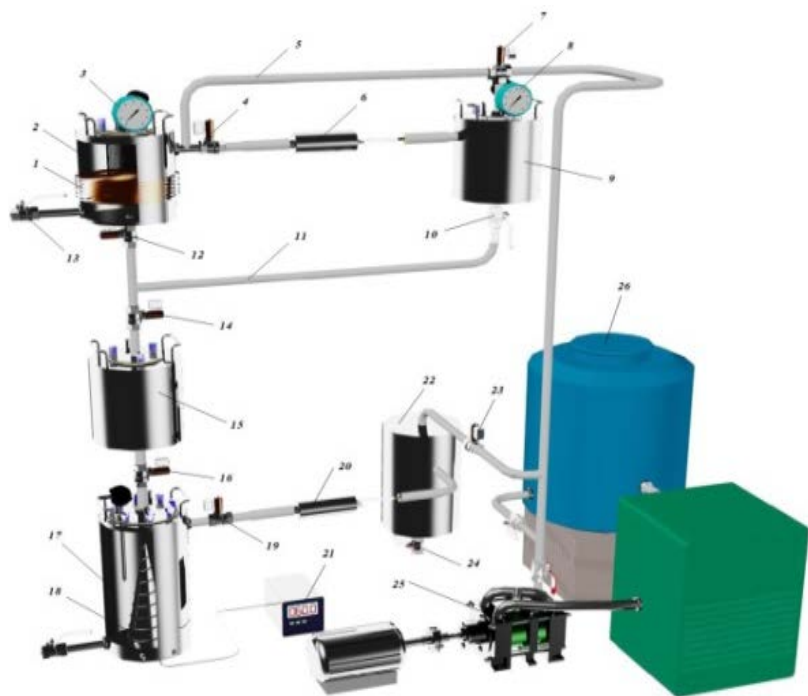


Рис. 1. Экстракционно-выпарная вакуумная установка:

- 1 – нагреватель ленточный; 2 – экстрактор; 3, 8 – вакуумметр;
 4, 7, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 23, 24 – клапан; 5, 11 – паропровод;
 6, 20 – дистиллятор; 9, 22 – емкость сбора дистиллята; 15 – емкость подачи раствора для упаривания; 17 – выпариватель; 18 – нагреватель конусообразный; 21 – ПИД-регулятор; 25 – ЖВН; 26 – конденсатор

Цель исследования – разработка технологии процессов экстрагирования растительного сырья с обеспечением сохранности полезных и биологически активных веществ, применяемая при организации собственного производства на местах сбора и хранения урожая.

Методика исследований. Разработанная технологическая линия унифицирована, предельно компактна, универсальна и функционально расширена. Линия позволяет производить экстракты в виде жидкостей, гелей и порошков. Присутствует возможность использования установки в качестве концентрирования (упаривания) свежесжатых плодовоовощных соков, выделения и сбора дистиллята из растений для дальнейшего получения эфирных масел. Основными пользователями устройства будут являться индивидуальные предприниматели и другие малые предприятия.

Результаты исследований. В результате проведения опытов на рассматриваемой технологической линии были получены экспериментальные данные по концентрациям сухих извлеченных веществ в экстракте по уравнению материального баланса (пересчет проводился в их концентрации в жидкой фазе).

На рисунке 2 показано влияние режимов экстрагирования (настаивание, нагрев с помешиванием и вакуумное экстрагирование) и гидромодуля 1:50 на кинетику извлечения экстрагируемых веществ из сушеной тыквы сорта «Мичуринская».

Анализ экспериментальных данных показывает, что процесс настаивания является по времени самым длительным. Продолжительность полной экстракции при комнатной температуре (20 °С) составляет несколько суток. Вакуумное экстрагирование протекает на 25 мин быстрее по сравнению с процессом простого подогрева экстрагента. Это можно объяснить влиянием вакуума на процесс раскрытия пор материала, за счет возникающего при вакуумировании перепада давлений внутри пор и вне материала.

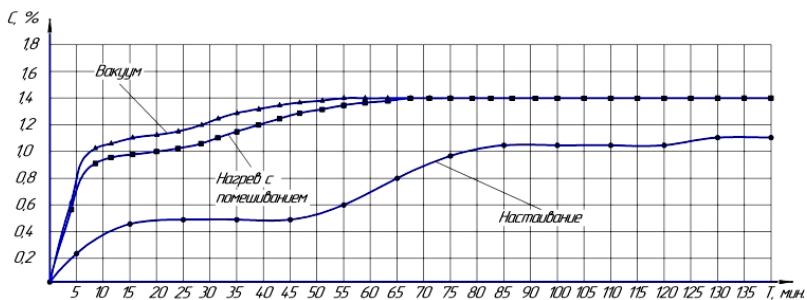


Рис. 2

Интенсификации процесса вакуумного экстрагирования в большей степени способствуют предварительные сухие импульсы и кипение, которое протекает при температуре 54...56 °С. Показатель выхода сухих растворимых веществ (СВ) достигает 90% от максимального содержания в сырье (1,4% СВ).

Выводы.

1. Применение новых технологий обработки растительных материалов на основе вакуумно-импульсного воздействия, а также вакуумного выпаривания позволяет существенно интенсифицировать процесс экстрагирования.

2. Использование двухступенчатого ЖВН позволяет минимизировать энергозатраты при экстрагировании и выпаривании на 15%.

3. Линия является перспективной для переработки растительной продукции в Центрально-Черноземном районе страны.

Список литературы

1. **Обоснование** выбора жидкостно-кольцевого вакуумного насоса для экстракционно-выпарной установки при обработке растительных материалов / А. А. Гуськов, Ю. В. Родионов, С. А. Анохин и др. // Проблемы развития АПК региона. – 2018. – № 1(33). – С. 124 – 130.

2. **Гуськов, А. А.** Обоснование выбора двухступенчатого ЖВН для тепло-массообменных процессов при переработке растительных материалов / А. А. Гуськов, М. В. Шушпанников // Научный альманах. – 2016. – № 11-2(25). – С. 90 – 93.

3. **Родионов, Ю. В.** Исследование влияния тыквы и отрубей на качество закваски для производства хлебобулочных изделий функционального назначения / Ю. В. Родионов, П. С. Платицин, Е. П. Иванова // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: фундаментальные и прикладные аспекты : матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 98 – 101.

4. **Пат. 2551449** Российская Федерация, МПК F04C7/00, F04C19/00. Двухступенчатая жидкостнокольцевая машина / Гуськов А. А., Никитин Д. В., Платицин П. С., Родионов Ю. В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тамб. ГТУ». № 2014127083/06.

*Кафедра «Техническая механика и детали машин»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 667.6

*Д. О. Кузнецова**

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ СОВРЕМЕННОГО РЕМОНТНОГО АНТИКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ

В настоящее время современное общество невозможно представить без изделий, изготовленных из сплавов черных металлов. Постоянно увеличивается количество металлических конструкций в гражданском и промышленном строительстве, растет протяженность магистральных и распределительных трубопроводов (газо- и нефтепроводы высокого и среднего давления). В то же время наблюдается увеличение «потерь» черных металлов в результате их выхода из эксплуатации вследствие коррозии. По данным Национального Бюро Стандартов США ежегодные прямые потери на коррозию оцениваются в 5,5 млрд. долларов США.

В связи с этим решение задач, нацеленных на снижение коррозии металлов и их последствий является актуальной задачей, особенно в области защиты трубопроводов. На сегодняшний момент известен ряд способов снижения негативного влияния коррозии, отличающиеся разной эффективностью и сложностью (стоимостью) реализации. Среди них можно выделить:

- применение химически стойких сплавов;
- снижение концентрации окисляющей среды;
- нанесение защитных покрытий (неметаллические, металлические);
- электрохимические методы защиты (протекционная, катодная);
- подавление влияния коррозионной среды (ингибиторы, деаэрация);
- рациональное конструирование изделий.

Из представленного списка наиболее универсальным является нанесение защитных неметаллических покрытий и подавление влия-

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, зав. кафедрой «Химия и химические технологии» ФГБОУ ВО «ПГТУ» А. В. Рухова.

ния коррозионноактивной среды на изделие, т.е. в результате проводимых защитных мероприятий на поверхности формируется инертная пленка с высоким показателем адгезии.

В качестве неметаллических покрытий для защиты от коррозии применяют составы различной природы, но, как правило, они относятся к классу полимерных материалов. Например, эпоксидные составы, алкидные и акриловые эмали и краски, битумные лаки. В отдельную группу нужно выделить невысыхающие покрытия, такие как пушечное сало, мовиль и др. Все они отличаются различной эффективностью, особенностями применения, долговечностью и, конечно же, стоимостью. Так, например, эпоксидные составы обладают хорошей адгезией и прочностью пленки, но при этом высокой ценой и сложностью нанесения. В то же время краски на основе алкидных лаков доступны и просты в применении, но не обеспечивают долговечное покрытие. Отдельно требуется выделить задачу разработки современных ремонтных составов, применяемых для постоянной или временной защиты поврежденных участков по естественным или вынужденным причинам. К ремонтным противокоррозионным составам предъявляются особые требования:

- простота применения;
- эффективная защита;
- совместимость с другими способами защиты;
- низкая стоимость.

Проведенный анализ показал, что на сегодняшний момент нет эффективного и доступного ремонтного состава для защиты трубопроводов. Применяемые дешевые материалы на основе битума обладают высокой защитой от коррозии, но отличаются, как уже было сказано выше, низкой устойчивостью к окружающей среде в результате окисления используемой связующей смолы и смыванию ее осадками. Соответственно предлагается разработать рецептуру битумной эмали на основе алкидной смолы и асфальтенов и создать технологию ее получения. Выбор асфальтенов в качестве функциональной добавки продиктован его свойствами естественного ингибитора коррозии. В результате данный состав должен сочетать в себе антикоррозионные свойства, присущие битумным лакам и высокую адгезию алкидных эмалей. За счет содержания асфальтенов в лаке так же ожидается значительное повышение устойчивости покрытия к действию окружающей среды. Механизм действия асфальтенов заключается в увеличении диффузионного пути молекул окислителя к поверхности, образованию плотной пленки за счет адсорбции асфальтенов на металлах и компенсационно-го взаимодействия покрытия с дефектами на поверхности металла.

Так же при использовании асфальтенов в качестве пигмента – функциональной добавки – решается очень важный экологический вопрос утилизации побочных продуктов получения битумов методом окисления гудронов. При производстве битума методом окисления протекают последовательные реакции, приводящие к увеличению молекулярной массы реагентов. Арены и полиядерные соединения окисляются до масел, масла окисляются до смол, а смолы окисляются до асфальтенов. При этом образуются твердые отходы – асфальтены которые являются наиболее высокомолекулярными компонентами нефти. Асфальтены собираются в шлам-накопителе и представляют экологическую опасность. В данном проекте предлагается простой и эффективный способ их переработки с получением полезного продукта. Так как в результате применения отходов производства (асфальтенов) можно ожидать получения защитного покрытия, превосходящего алкидные краски по защитным свойствам с меньшей ценой.

В связи с вышесказанным, целью нашего проекта является разработка рецептуры ремонтной битумной эмали (краски) на основе глифталевого лака, содержащего асфальтены, инертные наполнители и антифлокулянты.

В настоящее время проведены предварительные экспериментальные исследования и получены пробные партии битумной эмали. В работе в качестве сырья использовались пентафталевый лак ПФ-060 с набором добавок (сиккатив НФ-01, МЕКО) и асфальтен с предприятия ЗАО «Многоотраслевая производственная компания КРЗ». Асфальтен, завернутый в полиэтиленовый пакет, предварительно измельчался молотком до размера частиц 1...10 мм. Далее с использованием высокосортной ножевой мельницы получали частицы не более 50 мкм. Затем порошок асфальтена, замоченный в смеси алифатических и ароматических углеводородов, перетирался в лабораторной бисерной мельнице с алкидным лаком. Степень перетира контролировалась при помощи гриндометра. С использованием растворителя вязкость состава доводилась до значения порядка 50 с по вискозиметрической воронке Ford № 4. Полученный образец антикоррозионного состава наносился на поверхность металла методом окунания.

Для полученных образцов методом надреза было проведено исследование адгезии полимерной пленки к поверхности металла. Установлено, что адгезия зависит от процентного содержания асфальтенов в битумной эмали. Результаты исследования приведены на рис. 1.

Проведенные исследования показали, что наилучший результат достигается при введении асфальтенов в количестве 10% масс. Полученные данные позволяют сделать вывод о возможности достижения поставленной цели.

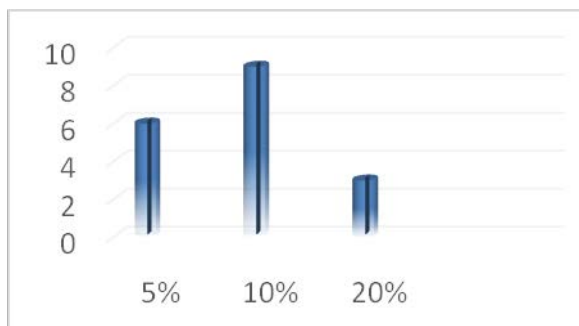


Рис. 1. Зависимость величины адгезии (в баллах) от содержания асфальтенов в эмали

Для достижения поставленной цели планируется проведение ряда научных исследований, выраженных в задачах:

- проведение углубленного литературно-патентного исследования;
- разработка методики получения битумной эмали в лабораторных условиях;
- получение экспериментальных образцов битумных эмалей;
- проведения испытаний покрытий в специализированной лаборатории (физико-механические, коррозионные и климатические);
- разработка рекомендаций по условиям нанесения эмали рационального состава;
- разработка эскизной и технологической схемы получения битумной эмали рационального состава.

В настоящее время данное направление исследования уже заинтересовало ряд промышленных предприятий, таких как ПАО «Пигмент» и АО «Газпром Распределение Тамбов» на что получены от них соответствующие письма поддержки. Требуется отметить, что в данном случае представлены предприятия, относящиеся к потенциальным производителям и потребителям нового антикоррозионного ремонтного покрытия.

*Кафедра «Химия и химические технологии»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*В. С. Язубов**

**САМОРЕГУЛИРУЕМЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРЕВАТЕЛИ
НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ
УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ,
ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Разработка инновационных композитных составов на основе углеродных наноматериалов, применяемых в различных отраслях промышленности, является актуальной задачей. Климатические условия на территории РФ в зимний период вынуждают производителей автотранспортной техники комплектовать выпускаемые автомобили специальными электрообогревательными устройствами. К таким системам можно отнести: подогреватели сидений, лобового стекла, зеркал заднего вида и т.д. Многие автомобили оборудованы специальными устройствами электрообогрева картеров двигателей внутреннего сгорания, специальными нагревателями, установленными внутрь или снаружи радиаторов, наружными нагревателями масляных фильтров и т.д. Все эти вспомогательные устройства помогают ускорить процесс прогрева двигателя автомобиля, а самое главное – снизить уровень токсичности выхлопных газов при первом пуске двигателя в холодный период времени. Самые опасные выбросы выхлопных газов выделяются при первом пуске двигателя при температуре окружающей среды ниже 0 °С [1]. В работе [2] ученые решают проблему пуска дизельных двигателей в условиях низких температур окружающей среды.

Мировыми лидерами по выпуску систем подогрева автомобилей являются такие фирмы, как «Webasto», «Eberspacher», «Defa» и др., которые выпускают автономные подогревательные элементы для различных узлов двигателей. Самым главным недостатком таких нагревательных устройств является потребность в источнике питания с напряжением 220 В. Наряду с устройствами, не обладающими мобильностью, существуют различные нагревательные пластины, которые способны подогревать картер двигателя, питаясь постоянным электрическим током от общей сети питания автомобиля (12...24 В). Такие пластины производят фирмы: «Keenovo», «Hotstart» и др.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» А. В. Щеголькова.

Данные нагреватели требуют длительного рабочего режима для прогрева узлов двигателей. Размерный ряд нагревательных пластин ограничен, соответственно для обогрева крупных узлов потребуются использовать несколько таких пластин, что сделает конструкцию экономически не выгодной.

В качестве основы гибких электронагревателей используют различные полимеры. В работе [3] ученые исследуют эластичные, прозрачные двухслойные пленки на основе полидиметилсилоксанового каучука, модифицированного углеродными нанотрубками. Главной задачей данной работы является получение прозрачных электронагревателей, нагрев которых происходит за счет электропроводящих контактов, образованных частицами модификатора, а именно углеродными нанотрубками. В работе [4] проведено исследование фторопластов модифицированных графеноподобными структурами. При подаче электрического напряжения модифицированная полимерная композиция обладает эффектом саморегулирования температуры.

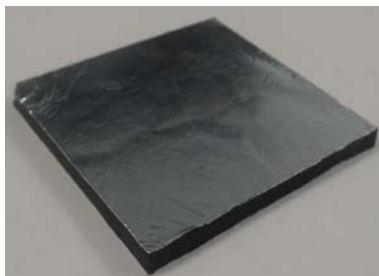
Целью и задачами данного исследования является: разработка гибкого наномодифицированного нагревателя, который отличается от существующих тем, что в качестве основы используется силиконовый каучук; разработка методики изготовления наномодифицированного композита; разработка методики измерения электрофизических характеристик наномодифицированных композитов.

В качестве основы наномодифицированного композита использовали двухкомпонентный (основа-отвердитель) компаунд на основе силиконового каучука, который является диэлектриком. Для придания электропроводности в композит вводили модификаторы, в качестве которых использовали углеродные нанотрубки (УНТ) «Таунит-М» (ООО «НанТехЦентр», Тамбов).

Приготовление саморегулируемого нагревателя на основе наномодифицированного силиконового каучука (рис. 1, *а*) производили в 2 этапа. На первом этапе изготавливали наномодифицированный композит для саморегулируемого нагревателя. На втором этапе формовали полученный композит между двумя алюминиевыми листами толщиной 35 мкм.

Для испытания собрали измерительный стенд (рис. 1, *б*), который позволяет снимать электрофизические параметры нагревателей и контролировать температуру.

С помощью тепловизора Testo 875 исследовали распределение температурного поля на поверхности наномодифицированного нагревателя рис. 2.



a)



б)

Рис. 1. Саморегулируемый нагреватель на основе наномодифицированного силиконового каучука (а) и стенд для его испытания (б)

Из анализа гистограммы установлено, что участки со средним значением температуры $46,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ на поверхности наномодифицированного нагревателя, подключенного к источнику постоянного тока с напряжением 12 В встречаются в большем количестве (см. рис. 2). Максимальная температура нагревателя составляет $49,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

По распределению температур по сечениям Р1, Р2 и Р3 (рис. 3), проведенным вдоль поверхности нагревателя, видно, что участков со средней температурой больше. Присутствуют незначительные отклонения температур в разных точках, что связано с образованием агрегатов, состоящих из частиц «Таунит-М».

Установлено, что нагреватель способен поддерживать постоянное значение температурного поля при питающем напряжении 12 В . Разработанный наномодифицированный нагреватель может быть использован в системах электрообогрева автотранспортной техники для подогрева моторного топлива, масла, а также охлаждающей жидкости. Допустимо применение нагревателя на элементах двигателей, коробках передач, мостов и дифференциалов, обладающих повышенной вибрацией.

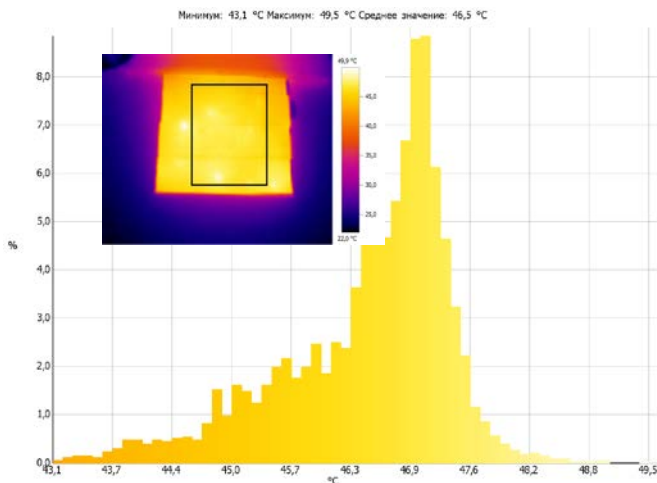


Рис. 2. Термограмма наномодифицированного нагревателя и гистограмма распределения температур на его поверхности

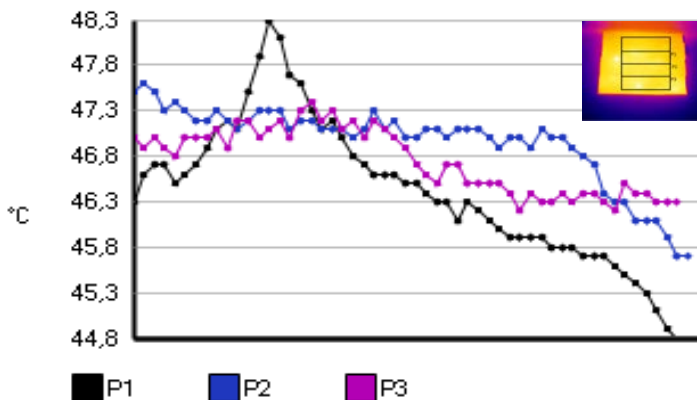


Рис. 3. Распределение температурного поля по сечениям на поверхности наномодифицированного нагревательного элемента

Отличительной особенностью нагревателя является работа с поддержанием заданных параметров без специальной регулирующей автоматики и первичных измерительных преобразователей. Высокая удельная мощность до 500 Вт/м^2 и толщина не более 5 мм указывает на эффективность массо-габаритных параметров разрабатываемых нагревателей.

Список литературы

1. **Калинин, В. Ф.** Математическое моделирование совместных режимов работы средств терморегулирования топлива и питающего воздуха в дизельных двигателях / В. Ф. Калинин, А. В. Щегольков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2010. – № 1-3(28). – С. 23 – 27.
2. **Калинин, В. Ф.** Система электронагрева питающего воздуха и терморегулирования топлива в дизельных двигателях / В. Ф. Калинин, А. В. Щегольков // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2009. – Т. 15, № 2. – С. 396 – 400.
3. **Yan, J.** Highly elastic and transparent multiwalled carbon nanotube/polydimethylsiloxane bilayer films as electric heating materials / J. Yan, Y. G. Jeong // Materials & Design. – 2015. – V. 86. – P. 72 – 79.
4. **Влияние** графеноподобных структур на эффект саморегулирования температуры в электропроводящем полимерном материале / А. В. Щегольков, Н. В. Парамонова, А. В. Хробак и др. // Сильно коррелированные двумерные системы: от теории к практике : тез. докл. Всерос. конф. с международным участием. – 2018. – С. 615.

*Кафедра «Техника и технологии производства нанопродуктов»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 624.014.2

*Т. О. Аверина**

СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАЛЬНЫХ КАРКАСОВ

Сельскохозяйственные здания и сооружения играют важную роль в производстве сельскохозяйственной продукции, от их состояния, использования современных материалов и технологий при их строительстве зависят производительность, сроки хранения и другие показатели сельскохозяйственной продукции [1].

На современном этапе существует большое количество строительных решений сельскохозяйственных зданий с применением стальных каркасов, предлагаемых российскими производителями. Выбор конкретного решения обусловлен областью применения здания и расположенного в нем технологического оборудования.

В настоящее время российские заводы металлоконструкций предлагают различные типы конструктивных решений для сельскохозяйственных зданий. В основном в качестве сечений элементов конструкций предлагают использовать трубы и С-образные, Z-образные и Σ -образные холодногнутые стальные оцинкованные профили.

В сельскохозяйственном строительстве применяются сравнительно небольшие пролеты зданий, не превышающие 30 м с шагом несущих конструкций от 3 до 6 м. Конструктивные решения сельскохозяйственных зданий с краткими характеристиками показаны в табл. 1.

Предприятие ООО «Металлкаркас» изготавливает металлические каркасы зданий серии «Арго». Геометрическая форма здания представляет собой очертания полукруга. Рамы состоят из трех типовых ферм, соединенных между собой, изготовленных из трубы квадратного или прямоугольного сечения. Соединение элементов рам между собой – жесткое, несущей рамы с основанием – шарнирное [2].

Полигональные металлические каркасы зданий от ООО «Металлкаркас», выполнены в виде ломаного многоугольника. Каркас состоит из ряда плоских решетчатых рам, жестко соединенных между собой, которые изготовлены из трубы квадратного сечения [2].

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» О. В. Евдокимцева.

1. Конструктивные решения сельскохозяйственных зданий

Тип каркаса	Пролет, м	Высота, м	Шаг м	Сталь
Арочный каркас серии «Агро»	12; 15; 18	Половина пролета	3,0	C235; C245; C255 (ГОСТ 27772–2015)
Полигональный каркас	15; 18; 20	4,0; 4,5; 6,5	3,0	C255 (ГОСТ 27772–2015)
Решетчатый двухскатный каркас серии «Стандарт»	10; 12; 14; 18; 20; 24 и 30	4,5; 4,7; 5,7; 6,7; 7,8	3,0; 4,5	C235 – C345 (ГОСТ 27772–2015)
Ферменный каркас системы «Стерк»	12; 15; 18; 21; 24	3,0...12,0	3,0; 4,5; 6,0	сталь марки 350 (ГОСТ Р 52246–2004) с цинковым покрытием
Ферменный каркас системы «BIGSPAN»	15; 18; 21; 24	Максим. 6,5	6,0	сталь от C280 до C420 с цинковым покрытием
	27	Не ограничена		
Рамный каркас системы «FRAMEPRO» и системы «Спайдер-В»	9; 12; 15; 18; 21	до 6,0	3,0; 4,0; 4,5; 6,0	сталь от C280 до C420 с цинковым покрытием
	24	до 8,0		

Металлические каркасы зданий серии «Стандарт» производителя ООО «Металлкаркас» типа двухскатник спроектированы с уклоном кровли на две стороны. Несущие рамы состоят из пяти типовых ферм, жестко соединенных между собой. Соединение колонн с фундаментом – шарнирное. Элементы рамы (фермы) изготовлены из трубы квадратного или прямоугольного сечения [2].

Ферменный каркас системы «Стерк» выпускается заводом металлоконструкций ООО «Андромета». Рамы состоят из колонн постоянного сечения и ферм треугольного очертания. Применяют С-образные холодногнутые стальные оцинкованные профили. Соединение деталей

между собой без применения фасонных элементов. Верхнее сопряжение колонн с фермой шарнирное; колонн с фундаментом – жесткое [2].

Каркас здания «BigSpan» от ООО «JORISIDE» – это классическая ферменная конструкция с разреженной решеткой. Элементы фермы и колонны выполнены из сдвоенных оцинкованных холодногнутого Z-образных профилей. В серийном варианте «BigSpan» имеет ширину до 24 м при максимальной высоте 6,5 м до низа несущих конструкций. В несерийном варианте максимальная ширина здания до 27 м, а высота не ограничена благодаря возможности замены колонн из оцинкованного холодногнутого профиля на колонны из прокатных двутавров или сварных аналогов [2].

Рамный каркас предлагают производители ООО «JORISIDE» система «FRAMEPRO» и ООО «RUUKKI» система «Спайдер-В». Типовая серия быстровозводимых зданий «FramePro» выполнена на основе оцинкованного холодногнутого профиля. Каркас здания выполнен из оцинкованного холодногнутого Σ -образного профиля по схеме ригель с жесткой затяжкой. Каркас здания системы Спайдер-В состоит из нескольких типов Σ -образных и С-образных тонкостенных профилей. Данные системы предполагают шарнирное сопряжение колонн с фундаментом [2].

Индустриальным решением при проектировании зданий сельскохозяйственного назначения является применение стеновых панелей в качестве вертикальных ограждающих конструкций. Различают следующие типы наружных стеновых панелей: стеновые панели типа «Сэндвич», сэндвич-панели поэлементной сборки и стеновые панели на основе легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК).

Сэндвич-панели – трехслойные конструкции заводской готовности, состоящие из двух обшивок и слоя утеплителя между ними. В качестве обшивок используется оцинкованная сталь, она обладает достаточно высокой механической прочностью и устойчивостью к коррозии, утеплитель – минеральная вата, пенополиуретан или пенополистирол [3].

Сэндвич-панель поэлементной сборки состоит из основы – сэндвич-профиля, терморазделяющего слоя и наружной облицовки. Сборка панелей происходит на строительной площадке.

Стеновые панели из ЛСТК – это модульные решения для быстровозводимого монтажа зданий из металлических конструкций. Различают основные виды стеновых панелей из ЛСТК: многослойная панель, навесная панель, увеличенная стеновая ограждающая панель [4].

Достоинства и недостатки данных типов стеновых панелей сведены в табл. 2.

2. Достоинства и недостатки различных стеновых панелей

Конструктивное решение	Достоинства	Недостатки
Стеновые панели типа «Сэндвич»	<ul style="list-style-type: none"> – легкость и быстрота монтажа и демонтажа; – легкость конструкции; – отличные теплоизоляционные свойства; – экологическая чистота 	<ul style="list-style-type: none"> – противопоказаны длительные большие нагрузки; – при монтаже в зимнее время на стыках может появиться обледенение; – срок службы менее 50 лет
Сэндвич-панели поэлементной сборки	<ul style="list-style-type: none"> – разнообразие внешнего вида фасадов; – не требует применения крановой техники; – малый вес элементов; – низкая стоимость 	<ul style="list-style-type: none"> – большое число стыков; – возможно появление «мостиков» холода при неправильном монтаже; – требуется высокая квалификация рабочих
Стеновые панели на основе ЛСТК	<ul style="list-style-type: none"> – стойкость к агрессивной окружающей среде; – производство и сбор панели занимает достаточно мало времени; – малый удельный вес; – отсутствие тяжелого оборудования; – многовариантность отделки фасадов 	<ul style="list-style-type: none"> – особое внимание уделяют антикоррозийной обработке металла и контуру утепления для того, чтобы исключить появление коррозии и «мостиков холода»; – требуется высокий уровень квалификации рабочих; – наличие ветрозащиты и паронепроницаемого барьера

Все рассмотренные строительные решения могут найти применение при строительстве зданий и сооружений сельскохозяйственного назначения, так как строительство новых, отвечающих всем современным требованиям зданий сельскохозяйственного назначения является востребованным и направленным на решение проблем современной отрасли сельского хозяйства.

Список литературы

1. **Сельскохозяйственные** здания и сооружения / Д. Н. Топчий, В. А. Бондарь, О. Б. Кошлатый и др. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ВО «Агропромиздат», 1985. – 480 с.
2. **Averina, T. O.** Design Concepts for Steel Frames of Agricultural Buildings [Электронный ресурс] / Т. О. Averina // Мир науки без границ : матер. 5-й Всерос. науч.-практ. конф. (с международным участием) для молодых ученых. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – С. 177 – 179.
3. **Строительство** зданий сельскохозяйственного назначения из сэндвич-панелей [Электронный ресурс]. – URL : <https://fermer.ru/sovet/oborudovanie-i-tehnologii/>.
4. **Стеновые** панели из ЛСТК [Электронный ресурс]. – URL : <https://mkgid.ru/mk/stenovy-paneli-iz-lstk>.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 692.53

*Д. З. Альджабуи, Салех Гатае**

КОМПОЗИТНАЯ АРМАТУРА НА ОСНОВЕ СТЕКЛЯННЫХ И УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

Стеклопластиковая арматура сравнительно недавно появилась на строительном рынке, хоть и была разработана в 80-х годах XX века. На тот момент стоимость композитной арматуры была выше металлической, что сдерживало ее применение в строительстве. В наше время ситуация кардинально поменялась. Сегодня это стремительно развивающаяся часть строительной индустрии с большим и перспективным потенциалом.

Современные полимерные композиты, а также конструкции и изделия из них находят во всем мире широкое применение. Около 30% мирового объема производства полимерных композитов составляет продукция для строительного комплекса.

Наиболее широко полимерные композиты и изделия из них применяются при строительстве объектов транспортной инфраструктуры и жилищно-коммунального хозяйства, а также в гражданском и промышленном строительстве. Композитная стеклопластиковая арматура –

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» В. П. Янцева.

это строительная арматура, изготовленная на основе неметаллического волокна со спиралевидным поперечным рифлением, связанного между собой синтетической смолой. Представляет собой некий стержень с ребристой поверхностью из стеклянных волокон. Полимерное связующее выполняет роль клеящей среды, объединяющей отдельные волокна в монолитный стержень, и тем самым обеспечивает их совместную работу и защищает волокно от непосредственного воздействия влаги, различных химических реагентов и механических повреждений [9].

Однородность структуры и плотность полимерного связующего в арматуре в значительной степени обеспечивается технологией арматуры, поэтому при разработке технологического принципа изготовления арматуры этим вопросам уделяется особое внимание. Для изготовления стеклопластиковой арматуры с широким диапазоном областей ее применения в качестве наиболее универсального связующего рекомендуется эпоксиэфирный компаунд следующего состава % по массе (табл. 1).

Это связующее позволяет получать арматуру высокой коррозионной стойкости, обладающую необходимыми электротехническими свойствами, т.е. электрическими прочностью и сопротивлением.

Для изготовления арматуры с повышенными электрическими свойствами следует рекомендовать эпоксиполиэфирное связующее следующего состава, % по массе (табл. 2).

1. Состав универсального связующего

Эпоксидная смола ЭД – 20	47,37
Бекелитовый лак марки ЛБС	20,32
Дициадиамид	0,135
Ацетон	2,37
Спирт	29,8

2. Состав рекомендуемого связующего

Эпоксидная смола ЭД – 20	26,51
Метилтетрагидрофталевый ангедрид (МТГФА)	21,13
Непредельная полиэфирная смола (НПС 609-21М)	47,21
Перекись бензоила (ПБ)	0,47
Стирол	4,68

На поверхность стеклопластиковой арматуры рекомендуется наносить пленочное полимерное покрытие, обеспечивающее дополнительную защиту арматуры от механических воздействий. Наносят один либо два слоя пленочного покрытия, как правило, такого же состава, что и связующее арматурного стержня.

Одним из условий получения стеклопластиковой арматуры является непрерывность процесса, при котором должны быть обеспечены необходимые условия формирования структуры полимера с момента пропитки волокна связующим до завершения процесса полимеризации.

В связи с этим, длина отдельных узлов технологической линии для выработки арматуры должна обеспечивать завершенность процессов на каждом участке этой линии. При изменении диаметров арматуры должны устанавливаться скорости протяжки, обеспечивающие высокое качество арматуры.

Вывод. Композитная арматура может быть рекомендована для применения в конструкциях при возведении зданий и сооружений, работающих в агрессивных средах. Такие конструкции особенно эффективны в городских инженерных сооружениях, работающих на упругом основании (основания и откосы дорог, асфальтобетонные покрытия, подпорные стенки, плиты и т.д.). Они перспективны для создания сейсмоустойчивых поясов зданий и сооружений как существующих, так и вновь возводимых. Такие конструкции обладают высокой коррозионной стойкостью при воздействии агрессивных сред, в том числе хлоридов.

Список литературы

1. **ГОСТ 31938–2012.** Арматура композитная для армирования бетонных конструкций. – М. : Стандартинформ, 2014. – 38 с
2. **Ярцев, В. П.** Прогнозирование работоспособности полимерных материалов в деталях и конструкциях зданий сооружений / В. П. Ярцев. – Тамбов, 2001. – 101 с.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ В КОНСТРУКЦИИ СТЕН ДЛЯ ЗДАНИЙ ЙЕМЕНА

Повышение энергоэффективности зданий в последние десятилетия стало одним из основных направлений развития строительной индустрии. При строительстве энергоэффективных зданий большое внимание уделяется утеплению всех ограждающих конструкций: стен, полов, кровель. Наличие теплоизоляционных слоев актуально не только для северных районов, так как позволяет сохранять тепло внутри помещения зимой, но и для стран с жарким климатом.

Способность ограждающей конструкции обеспечивать большее или меньшее изменение температуры на своей внутренней поверхности при колебании температуры наружного воздуха (в летний период) или внутреннего воздуха (в зимнее время) называется теплоустойчивостью. При недостаточной теплоустойчивости это приводит к значительному повышению температуры воздуха помещения и, следовательно, к нарушению комфортных условий. СНиП II-3-79* ограничивает величину амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности $A_{тв}$.

Согласно данному документу конструкция имеет достаточную теплоустойчивость, если амплитуда $A_{тв}$ не превышает допустимую величину $A_{гр}$ ($A_{тв} < A_{гр}$ ($1,43 < 1,87$ °C)).

Данная статья посвящена подбору утеплителя в конструкции стены зданий, построенных в Йемене. В настоящий момент в стране отсутствует опыт по утеплению ограждающих конструкций, в том числе и стен. Кроме того, для возведений зданий применяют неорганические материалы (кирпич, камень и бетон), обладающие плохими теплоизоляционными свойствами.

На рисунке 1 представлены различные конструкции стен, для которых ниже выполнен расчет по изменению амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности. На рисунках 2 и 3 представлены графики влияния плотности и толщины теплоизоляционного материала на амплитуду колебаний $A_{тв}$.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ГГТУ» О. А. Киселева.

Из рисунка 2 видно, что с увеличением плотности материала амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности тоже увеличивается. Исключение составляет керамзит, для которого данный параметр имеет постоянное значение. Наиболее чувствительным материалом к изменению плотности является пеностекло. Кроме того, данный материал обладает максимальным значением $A_{тв}$. А вот наилучший результат показали древесноволокнистые плиты.

Толщина теплоизоляционного слоя по сравнению с плотностью материала оказывает большее влияние на амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности (рис. 3). При ее увеличении с 20 до 100 мм показатель $A_{тв}$ меняется для древесноволокнистых плит в 5 раз, пеноэтилена – в 2,75 раза, керамзитового гравия – в 2,6 раза, ячеистого бетона – в 2,7 раз и пеностекла – в 3,1 раза. Сравнив полученные значения с допустимой амплитудой колебаний можно сделать вывод, что для пеностекла минимальная толщина составляет 40 мм, а ячеистого бетона – 30 мм. Для остальных материалов уже при толщине в 20 мм удовлетворяются требования, но наиболее эффективным материалов опять же является ДВП.

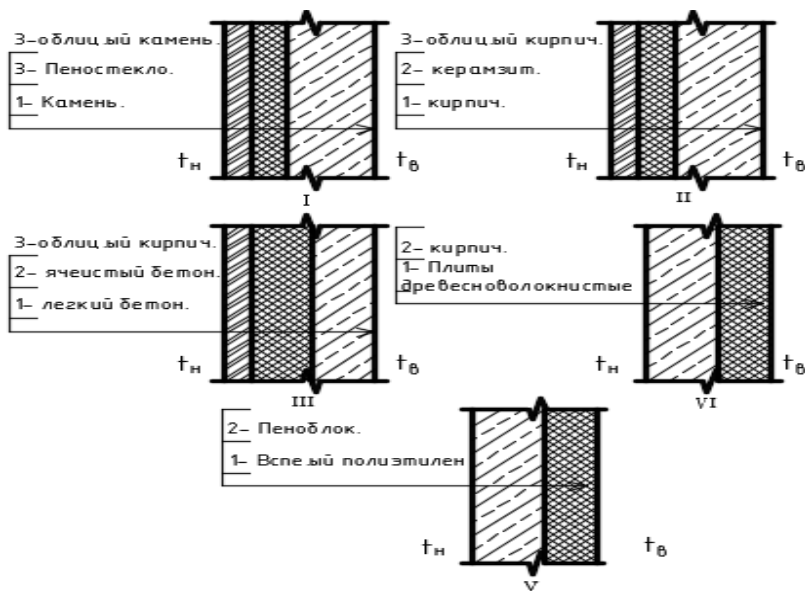


Рис. 1. Конструкции стен с применением в качестве теплоизоляционного слоя I

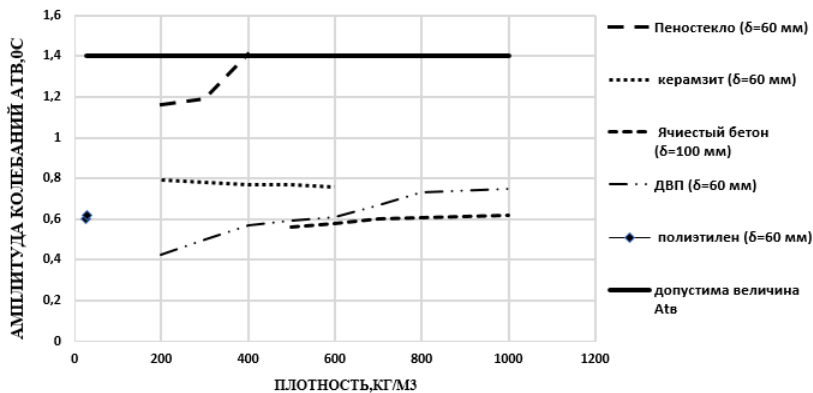


Рис. 2. Влияние плотности теплоизоляционного материала на $A_{тв}$, °С для стен

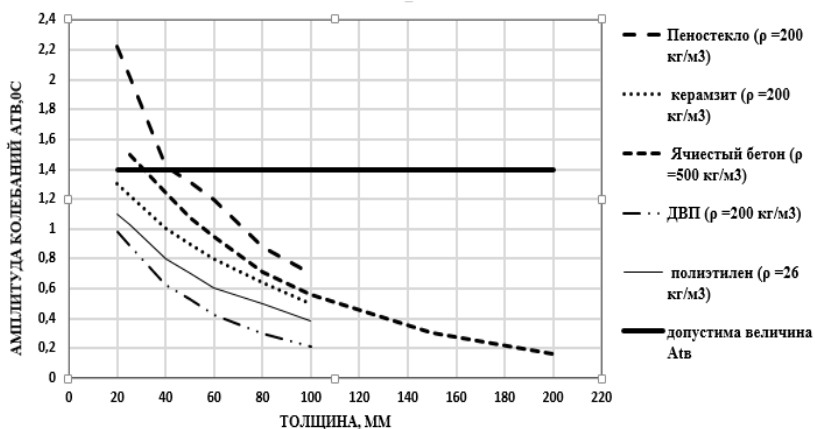


Рис. 3. Влияние толщины теплоизоляционного материала на $A_{тв}$, °С для стен

Вывод. Наиболее эффективным из приведенных в данной статье материалов является ДВП. Для теплоизоляции стен будет достаточно слоя древесноволокнистых плит любой плотности толщиной 12...15 мм, но наилучший эффект дадут плиты плотностью от 200 до 600 кг/м³. На втором месте находится полиэтилен. Толщина данного утеплителя составит от 15 до 20 мм.

Список литературы

1. **Беляев, В. С.** Энергоэффективность и теплозащита зданий : учебное пособие / В. С. Беляев, Ю. Г. Граник, Ю. А. Матросов. – М. : Изд-во АСВ, 2012. – 400 с.
2. **Леденев, В. И.** Строительная теплофизика : учеб. пособие / В. И. Леденев, О. Б. Демин. – М. : МИХМ, 1986. – 78 с.
3. **СП 50.13330.2012.** Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003. – М. : Минрегион России, 2012. – 95 с.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 691

В. М. Данилов, Т. И. Горохов, А. И. Чеканов, М. А. Попов*

ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ НАПРЯЖЕНИЯ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА ПРИ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Органическое стекло (полиметилметакрилат) или известное в других странах как акрил или плексиглас – это синтетический материал, представляющий виниловый полимер метилметакрилата. Листовое акриловое (органическое) стекло представляет собой прозрачные, светонепроницаемые или светорассеивающие с разной степенью светопропускания листы (рис. 1) с идеально глянцевой поверхностью с обеих сторон толщиной от 1,5 до 25 мм.



Рис. 1. Органическое стекло (оргстекло)

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. В. Ерофеева.

Листы оргстекла окрашиваются «в массу», т.е. в самом начале производства, на этапе работы с жидким мономером метилметакрилата. Цветовая гамма поставляемых листов в большинстве своем не ограничивается. Одна из плоскостей листа может быть как рифленой, так и иметь антибликовую обработку.

Ввиду того, что органическое стекло полностью состоит из термопластичной смолы, то и химический состав такого стекла у любого производителя будет идентичен. Но различия все же есть и порой существенные. Благодаря различным добавкам стандартные листы оргстекла могут получать дополнительные свойства. Это может быть теплостойкие, светорассеивающие или светопропускающие, шумозащитные и наиболее привлекающий параметр – ударопрочность, преобладающий проявления вандализма.

Говоря о производстве оргстекла, традиционными методами являются: экструзионный и литьевой. Физические свойства при применении этих двух методов практически идентичны как по качеству, так и по стойкости.

Различия касаются термических и химических свойств. Также существенным различием является область применения отдельного вида производства. Так литьевой метод предполагает местное, или нерегулярное, производство, тогда как экструзионный ориентирован на поточное производство [1]. Для проведения опытов был принят материал оргстекла марки Plazcrgyl Super R7600. Производство этого материала ведется экструзионным методом.

На сегодняшний день оргстекло чрезвычайно популярный пластик и применяется во всех сферах человеческой деятельности. Это строительство, авиация, автомобилестроение, промышленность и много другое. Весомыми преимуществами обычно называют: слабую теплопроводность, сильную светопропускаемость, ударопрочность, более легкий вес, по сравнению со стандартным стеклом, влагоустойчивость, легкость обработки, и экологическая чистота. Недостатками можно назвать: легковоспламеняемость, склонность к поверхностным повреждениям, выделение при пиролизе вредного мономера метилметакрилата [2].

В проектировании строительных конструкций одним из важнейших параметров является долговечность, которая складывается из многих факторов, но главным является долговечность самого материала. Для подавляющего большинства материалов в строительстве проявляется зависимость прочности от температурно-временного эффекта.



Рис. 2. Образец для проведения опытов

Таким образом, основной задачей работы является выявление влияния величины напряжения на долговечность органического стекла при температуре 30 °С. В ходе работы было подвергнуто разрушению 36 образцов сплошного сечения оргстекла Plazcryl Super R7600, при постоянной температуре в 30 градусов по шкале Цельсия.

Образцы испытуемого материала в плане имеют прямоугольную форму (рис. 2). Размеры: $L_0 = 120$ мм – длина образца; $h = 3$ мм – высота образца; $b = 15$ мм – ширина образца. Данный материал не проявляет явных анизотропных свойств, поэтому плоскость нагружения не имеет критической разницы, но в нашем случае образец будет в горизонтальной плоскости.

Для проведения испытаний на поперечный изгиб и разрушение использовался шестипозиционный стенд (рис. 3). Данный стенд состоит из рамы 1, которая выполнена из уголков. На опорной площадке рамы 2 установлены две роликовые опоры на расстоянии друг от друга равным пролету балки (100 мм). Образец 4 помещается на роликовые опоры и нагружается с помощью грузового устройства.

Для устранения механических колебаний при разрушении образцов использовалось демпфирующее устройство – емкость, заполненная песком.

Все испытания на разрушение поперечным изгибом, как уже отмечалось ранее, проводились при постоянной температуре (30 °С) в два этапа. Перед испытанием образцы так же должны иметь ту же температуру, для чего им необходимо провести в помещении несколько часов, до достижения требуемой температуры.

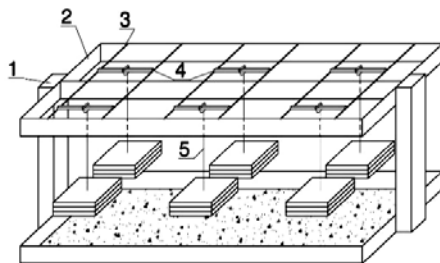


Рис. 3. Шестипозиционный стенд для проведения опытов

На первом этапе необходимо было определить разрушающее напряжение. Для этого 6 образцов помещались на испытательную секцию установки и ступенчато нагружались до полного разрушения. В процессе экспериментов фиксировалась максимальная разрушающая нагрузка, выдерживаемая материалом. Разрушающие напряжения образцов определялись по формуле:

$$\sigma_p = \frac{M}{W} = \frac{1500P}{bh^2}. \quad (1)$$

За конечный результат принимались среднее арифметическое значение напряжения 6 образцов, испытанных в идентичных условиях.

Разрушающая нагрузка определялась по формуле:

$$P = \frac{\sigma_i h^2 b}{1500}. \quad (2)$$

Вторая часть экспериментов была направлена на определение долговечности, для чего фиксировалось время от момента начала нагружения неразрушающей нагрузкой (которая задавалась с понижающим коэффициентом от разрушающей) до разрушения образца.

В экспериментальных условиях для получения одной точки испытывались 6 образцов. Прямая в координатах $\lg \tau - \sigma$, приведенная на рис. 4, строилась по 5 точкам (5 ступеней нагружения при фиксированной температуре $t = 30^\circ \text{C}$).

По итогам проведенных испытаний была определена конкретная зависимость разрушения сплошных балок при длительной нагрузке во времени при постоянной температуре в 30°C , которая имеет линейный вид: $\sigma = -3,11 \lg \tau + 80,71$.

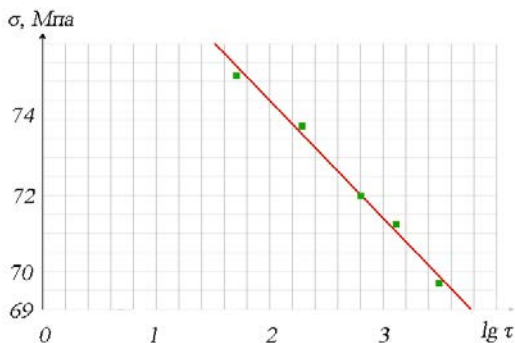


Рис. 4. График аппроксимирующей прямой

По графику видно, как уменьшение критической нагрузки влияет на длительность разрушения балок сплошного сечения, т.е. по данному графику можно определить долговечность материала при постоянной температуре в 30 °С. Так, можно сказать, что для конкретной марки оргстекла, принятой в данной работе, снижение воздействия разрушающего напряжения с 5 до 12% увеличит срок службы материала примерно в два раза. Достоверность полученных экспериментом результатов обеспечена отсутствием ошибок в подготовке образцов, размеры которых приняты с допустимой погрешностью, а также ошибок в проведении самого испытания. Коэффициент корреляции R составляет 0,9893, что говорит об адекватности проведенной аппроксимации.

Список литературы

1. **Рассел, Джесси** Органическое стекло / Джесси Рассел. – М. : Книга по Требованию, 2012. – 899 с.
2. **Гудинов, М. М.** Органическое стекло / М. М. Гудинов, Б. В. Перов. – М. : Химия, 1981. – 560 с.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 728.03

*С. В. Карташова**

Г. К. ЛУКОМСКИЙ О СВОЕОБРАЗИИ ПРОВИНЦИАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ КОНЦА XIX СТОЛЕТИЯ

Вопрос о бережном отношении к своему прошлому рассматривал в своих трудах Г. К. Лукомский – ученый, критик, акварелист, график, настоящий феномен по отысканию новых памятников архитектуры, исследователь губерний Российской империи по изучению сформировавшихся типов застройки. Его детальное описание памятников русских городов, различных форм и зодческих стилей, зарисовки и фотографии внесли неоценимый вклад по сбору информации и «инвентаризации» провинциальной архитектуры. «Разнообразие и количество типов строительства, которыми обладает до сих пор провинциальная Россия, – пишет Г. К. Лукомский, – огромное!» [1, с. 13]. «При объездах

* Работа выполнена под руководством канд. архитектуры, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» Г. Л. Леденевой.

России столь часто приходится наталкиваться на постройки изумительной красоты « [1, с. 16]. В лучших постройках провинциальной России при помощи дешевых материалов, простых форм и средств достигались скромные, но изящные эффекты беседки, колодезя, уездного домика.

Исследования Г. К. Лукомского охватывают период с XVII и до начала 50 годов XIX столетия. Целью в этот период ставилось улучшение архитектурного облика городов, используя опыт европейских градостроителей и архитекторов Д. Трезини, Ф. Б. Растрелли и др. Привлечение зарубежных мастеров и строительство по их проектам значимых построек характерно не только для столичных городов Санкт-Петербурга и Москвы, но и для провинции. Нововведения меняли облик городов, в отдаленные губернии Российской империи приходили с запозданием 30 – 40 лет. Все новшества, появляющиеся в столичных городах, претерпевали изменения, постепенно адаптировались для провинциальных уездов. Лукомский Г. К. обратил внимание на то, что исторически сложившиеся архитектурные приемы имели место, но «подвергались воздействию». В каждом регионе сложились свои традиции и устои – менталитет (Г. К. Лукомский первым назвал его «русский характер») – небогатые формы зданий, дешевые материалы, но скромные и изящные эффекты. При этом Г. К. Лукомский с сожалением отмечал, как мало сохранилось образцов гражданских зданий, общественных построек, монастырей, дворцовых построек, усадеб, сооружения быстро разрушались или перестраивались на новый лад, а некоторые невозможно было восстановить.

В Рыбинске Преображенский собор 1668 года сносят до основания, чтобы воздвигнуть копию монферановского варианта Исаакиевского собора, «не понимая оно», уничтожение одного из типичных сооружений совершено купечеством [1].

Священники под предлогом ветхости заменяют старинные иконы, считая, что якобы обновляют интерьер храма («святыни не подобает быть ветхой»), засоряют вид церкви штампованными хоругвями и рыночными работами.

Очень своеобразны, хороши в своей архитектуре архиерейские дома, офицерские собрания, гауптвахты, казармы и типичны в большей степени. Дворянские собрания выражают сущность и содержание в своей архитектуре, но внешность дома Дворянского собрания в Тамбове не соответствует предназначению. Это мог быть ресторан или помещения кредитного общества.

Учебные заведения хотели и умели строить, создавая что-то художественное и необычное. Простота длинных фасадов, украшенных парой колонн, достигалась огромным трудом, долгим выискива-

нием лучших пропорций. Гармонично скомбинированные композиции этажей, соединение гладких масс с отверстиями окон и соблюдения чувства меры при использовании фасадных украшений. Позднее 60 – 70 г. XIX столетия не было создано ни одного здания, хотя бы отдаленно приближающегося по своим внешним достоинствам к этим образцам [2].

Учительский институт в Тамбове, фасады духовной семинарии (рис. 1), институт благородных девиц отличаются спокойной, почти монументальной архитектурой.

Представляет художественный интерес ионический ордер с колоннами Здания Губернской Земской управы Тамбова, хотя крупные замковые камни выглядят более чем странно. Низкой художественной ценностью чаще всего обладают гостиницы, трактиры, банки, биржи, консистории.

Не лишены «эстетики» (возможно потому, что в небольших объемах легче реализовать оригинальные идеи) гостиные двory, склады, амбары. В гостиных дворах велась оптовая торговля таким товаром, как галантерея, бакалея (рис. 2). Первоначальная функция таких строений постепенно утрачивается, используется не по назначению (склад, зернохранилище), здание, уже через несколько лет после строительства, приходит в ветхое состояние. «Бесхитростного типа» гостинные ряды встречаются повсюду в малых городах, соотносятся с понятием «провинциализм» [3]. Иногда в лучших по стилю или в наиболее древних зданиях помещались больницы, ночлежные дома, приюты, богадельни.



Рис. 1. Здание духовной семинарии. Тамбов



Рис. 2. Гостиный двор. Тамбов

Такой тип архитектуры, как триумфальные арки, строились по особым случаям как временные, поэтому без соответствующего ремонта разрушались буквально через 2–3 года. Обелиски, пирамиды, заставы – некоторые сохранились до наших дней, от эпохи «расцвета» русского зодчества, т.е. от XVII века осталось больше образцов, чем от эпохи Анны Иоановны или эпохи Елизаветы.

Очаровательный тип провинциального частновладельческого строительства домов с закругленным фасадом в уездных и губернских городах конца XVII века (на углу дома полукружие, оно обрамлено колоннами, идущими во весь второй этаж). Как-то установилось, что дом, выходящий на перекресток двух улиц, украшали с обоих фасадов колоннадой из 4, 6, 8 одиночных или поставленных попарно колонн, которые образуют ротонду, или перекрывают купол (Тамбов – обывательский дом) [1]. Заимствование столичных образцов – дома с полукружиями встречаются в таких условиях местности, не на перекрестках двух улиц, а там, где нет необходимости прибегать к полукружиям. Провинциальный образец барокко – стиль Людовика XVI, дом Частухиной в Плессе, на краю маленького городка, в глухой провинции, недалеко от Волги, окруженный капустными грядками и огородами. Под влиянием сложившихся традиционных местных направлений архитектурные формы и стили приобретают новое звучание. Типичны бледно-зеленые крыши, белые русты, желтые наличники, характерно показание купеческой роскоши, желание побогаче украсить экстерьер дома, например, головами львов.

Лукомский Г. К. упоминает и об интересных по своей архитектурной обработке каретных сараях, амбарах, подъездные навесы, конюшни, балконные решетки, ограды, различные дворовые постройки,

садовые ворота. Ворота деревянные бывают самой причудливой архитектуры. В Вологде они состоят из трех арок (средняя над воротами, боковая над калитками). Любопытны ворота, состоящие лишь из двух малых арок, обработанных всегда очень самобытно, хотя и шаблонно для одного этого типа. Арки оснащены резьбой мелкого масштаба и профиля; карнизные детали сплошь покрыты резьбой, – здесь и жгуты, и меандры и растения; по краю эти курьезно загибающиеся арочки обиты железом, вырезанным зубцами. Получается сооружение с приподнимающимися кверху краями, во всяком случае, специфическое северное, напоминающее шайку. Самая богатая страница в описании художественного строительства – это усадебное строительство [2].

В этих чертах Г. К. Лукомский усматривал отдельные моменты, на основе которых может формироваться «региональная архитектура».

Список литературы

1. Лукомский, Г. К. Памятники старинной архитектуры в типах художественного строительства / Г. К. Лукомский. – СПб. : Изд-во «Шиповник», 1916. – 392 с.

2. Лукомский, Г. К. О художественности городов / Г. К. Лукомский // Журнал «Зодчий». – СПб. : Императорское Санкт-Петербургское общество архитекторов, 1910. – 50 С.

3. Лукомский, Г. К. О художественности архитектурной провинции / Г. К. Лукомский. СПб. : Изд-во «Шиповник», 1912. – 90 с.

*Кафедра «Архитектура и строительство зданий»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 624.69

*Г. В. Карташова, А. С. Березенко, Л. Г. Дмитренко**

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КИРПИЧНЫХ СТЕН В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ

Сохранившаяся историческая застройка провинциальных городов России в настоящее время имеет ряд актуальных проблем. К одной из таких проблем относится ненадлежащее состояние кирпичных наружных стен, проявляющееся в различных разрушениях и существенно снижающее их долговечность. Опыт обследования таких зда-

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» В. И. Леденева.

ний показывает, что большинство исторических зданий имеют повреждения, как незначительные, так и более серьезные, которые могут привести к утрате их элементов или даже к утрате всего здания.

Данная проблема зачастую возникает из-за незнания качеств и характеристик материалов стен, процессов, в них протекающих, а также из-за неучета влияния окружающей среды. Поэтому необходимо принятие мер для сохранения исторических зданий, составляющих культурное и историческое наследие России.

Факторы окружающей среды, влияющие на состояние стен зданий, условно можно разделить на внешние и внутренние. К внешним факторам можно отнести влияние природных явлений (снег, дождь, ветер, пылевые воздействия, а также биологическое воздействие). К внутренним факторам можно отнести влияние эксплуатационного режима внутри здания и появление капиллярной влаги в фундаменте с последующим ее поднятием в теле стены.

Таким образом, к основной проблеме, возникающей при эксплуатации кирпичных зданий постройки XIX – начала XX веков, относится увлажнение стен. Обычно воздействия окружающей среды проявляются комплексно и имеют сезонный характер. Наиболее сильное влияние окружающей среды на здания городов средней полосы России приходится на весенне-осенний период. Наличие осадков и колебание температур в районе 0 °С приводит к повторению циклов замораживания–оттаивания. Это оказывает пагубное влияние на материалы стен. Влага, попадающая на стены снаружи, проникает через поры и микротрещины в тело кирпичей, а также разрушает раствор. В некоторых случаях может наблюдаться даже выпадение отдельных кирпичей из стены [1].

При эксплуатации кирпичей необходимо учитывать процесс их производства в данный период. При строительстве в XVIII – начале XX веков использовали глиняные кирпичи ручной и машинной формовки и известковые растворы. Особенностью кирпичей этого периода является достаточно низкая прочность (марки кирпичей М30 – М50) и низкая морозостойкость. Качество кирпичей зависело от всех стадий их изготовления (выбор глины и добавок, формование и сушка кирпичей, а также их обжиг). В данный период времени кирпичи сушили, как правило, на открытом воздухе под навесом, а позднее в специальных сушильных сараях. Старались добиваться того, чтобы в процессе сушки из-за быстрого удаления влаги не происходило растрескивание кирпичей и соблюдалась равномерность распределения остаточной влаги по объему кирпича. Кирпичи обжигали во временных «напольных» печах с использованием угля или дерева. Недостатком такого

обжига являлось крайне неравномерное распределение температур по объему печи и, соответственно, при этом происходил неодинаковый обжиг кирпичей. В центральной части печи кирпич обжигался до уровня керамики. Наружные поверхности его были оплавлены, и поры полностью закрыты. В средней части печи кирпичи имели равномерный по всему объему обжиг. У наружных стен кирпичи имели недостаточный неравномерный по объему обжиг. По этой причине все кирпичи, обжигающиеся в напольных печах, исходя из качества обжига, делились на 5 сортов, а именно на «железный», «полужелезный», «красный», «алый», «белый» (сырец) [2].

Негативное воздействие влаги усугубляется в случае механического повреждения верхнего слоя кирпичей – защитной корочки, возникшей на них в результате обжига. Корочка имеет большую прочность, чем внутренняя область кирпича, поэтому после ее повреждения происходит быстрое разрушение следующих слоев кирпичей. Следовательно, необходимо при эксплуатации обеспечивать сохранность этого защитного слоя. При очистке фасадов от грязи не допустима очистка поверхности с помощью абразивных пескоструйных аппаратов и агрессивных химических веществ.

Способствовать сохранению защитного слоя и увеличению срока службы здания может покрытие поверхности здания прозрачными микропористыми материалами [3]. Такое покрытие препятствует проникновению влаги из атмосферы, но обладает паропроницаемостью, что позволяет осуществляться выводу из тела кладки влаги, попавшей в стены из помещений или из грунта.

Микроклимат помещений значительно влияет на состояние кирпичной кладки. К таким параметрам микроклимата относятся, в основном, температура воздуха в помещении, влажность воздуха и наличие в здании агрессивной среды. К параметрам среды предъявляются гигиенические требования, отраженные в ГОСТах и СанПиНах. Те же требования применимы и к зданиям исторической застройки. Однако в некоторых случаях следует отметить необходимость ужесточения этих требований, по сравнению к кирпичным зданиям новой постройки. Например, категорически не допустимо проведение в исторических зданиях химически активных, мокрых или горячих процессов, когда в кирпичную кладку проникает большое количество влаги. В этом случае необходимо обеспечить защиту кладки от непосредственного воздействия, например, оштукатуриванием с внутренней стороны [1].

Попадание влаги из грунта в стены является наиболее серьезной проблемой исторических зданий. Часто такие здания имеют недостаточную гидроизоляцию. Кроме того, постоянный рост культурного

слоя приводит к тому, что грунт оказывается значительно выше обреза фундамента и гидроизоляция в таком случае перестает работать. Это приводит к капиллярному подъему влаги в цокольную часть стен, а в отдельных случаях и выше. Следует засоление кладки и последующее разрушение кирпичей и раствора в результате выветривания и биокоррозии. Ситуация усугубляется, если в подвале отсутствуют отверстия, выполняющие функцию продухов или если полы здания устроены по грунту, что часто встречается в зданиях старой постройки. Таким образом, если имеются продухи, необходима их очистка от мусора и обеспечение работы в летний период года для испарения влаги из подвала.

Для исключения подъема капиллярной влаги необходимо устройство отсечной гидроизоляции, прекращающей подток влаги из грунта в цокольную часть стен. Опыт устройства отсечной гидроизоляции показывает, что устройство гидроизоляции из рулонных материалов путем разборки части кладки цоколя и укладки листовых гидроизоляционных материалов с последующим восстановлением кладки трудоемко, требует продолжительного времени производства работ и во многих случаях экономически не выгодно [4].

Применение современных технологий позволяет решить проблему устройства гидроизоляции в кирпичном здании постройки XIX – начала XX веков. Одним из таких способов может служить устройство гидроизоляции с применением фрезерования. Фрезерование в строительстве применяют для обработки различных плоскостей. Фрезы новых поколений позволяют производить этот процесс более плавно, чем это производилось ранее. При фрезеровании для устройства гидроизоляции, фреза удаляет старый раствор. Параллельно с этим производится введение новой растворной гидроизоляционной смеси в швы. Для этой цели используются расширяющиеся растворы, которые в процессе твердения равномерно заполняют пространство шва и возможные трещины в материале кирпичей. Применяемый раствор должен учитывать особенности текущего состояния исторического здания (влажность материала, конструктивные особенности кладки, пористость и водопоглощающую способность кирпичей).

Таким образом, для поддержания исторического здания в процессе эксплуатации и последующего его сохранения, особое внимание стоит уделять наличию влаги в кладке, а также учитывать повышение ее количества за счет возможных изменений, например, ремонтных работ на данном здании, изменение окружающей застройки и состояния покрытия вблизи здания. Следует помнить, что все ремонтные работы должны проектироваться с учетом качеств и характеристик

материалов и технологий, применяемых в годы постройки здания. Современные материалы, применяемые для замены изношенных элементов, должны соответствовать по прочности, водопроницаемости и другим качествам. Все работы должны вестись строго по проекту и под надзором специалистов, имеющих навыки в проектировании и проведении ремонтно-реставрационных работ исторических зданий с кирпичными наружными стенами.

Список литературы

1. **Леденев, В. И.** Физико-технические основы эксплуатации кирпичных стен / В. И. Леденев, И. В. Матвеева, П. В. Монастырев. – М. : Изд-во АСВ, 2008. – 160 с.
2. **Леденев, В. И.** Особенности производства кирпича в XIX веке и их учет при выполнении ремонтно-строительных работ в исторических зданиях / В. И. Леденев, Г. В. Карташова, А. С. Березенко // Актуальные проблемы городского строительства : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф. – Пенза : ПГУАС, 2018. – С. 92 – 96.
3. **Антонов, А. И.** Особенности эксплуатации кирпичных стен исторических зданий в условиях современной городской застройки [Электронный ресурс] / А. И. Антонов, Г. В. Карташова, А. С. Березенко ; отв. ред. О. А. Корчагина // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации : Всерос. заочная науч.-практ. конф. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 1.
4. **Матвеева, И. В.** Учет конструктивных решений и технического состояния кирпичных зданий исторической застройки Тамбова при ремонтах цокольной части наружных стен / И. В. Матвеева, А. А. Мартасова, Г. В. Карташова // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт : матер. 4-й Междунар. науч.-практ. конф. Института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – С. 403 – 407.

*Кафедра «Городское строительство и автомобильные дороги»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

**ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «SMART HOUSE»
В КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНЫЙ ДОМ**

Каждый человек стремится улучшить качество жизни, создать комфортную обстановку внутри своего дома, ведь комфорт состоит из мелочей. Технология «Smart House», известная как «Умный Дом», возьмет все мелочи на себя. «Smart House» – комплекс решений для автоматизации повседневных действий, который избавит от рутины. К данной технологии можно отнести бытовую технику: приборы, управляемые при помощи пульта или смартфона, роботы-пылесосы, а также саму систему, контролирующую все, что происходит внутри дома.

Если, проснувшись, человек пойдет ночью по темному коридору на кухню за стаканом воды, то не придется водить рукой по стенам в поисках выключателя, свет автоматически загорится. Не придется волноваться, если вы не выключили дома утюг или телевизор, уходя на работу. При помощи смартфона можно дать сигнал умной розетке, и он отключит данный прибор.

Технология «Smart House» весьма полезна и удобна в быту. Постараемся разобраться, зачем нужна данная технология, как сделать свой «Умный Дом», преимущества и недостатки?

На вопрос «Зачем нужен «Smart House» ответ очевиден: сделать жизнь комфортней, проще и лучше. Технология «Умный Дом» – это, прежде всего, спокойствие и экономия.

Спокойствие. Технология «Smart House» – это «страж» дома. Установка внешних камер, специальных датчиков и сигнализации поможет избавиться от взломщиков. Находясь на рабочем месте или на отдыхе не стоит волноваться, что в дом ворвется кто-то посторонний. «Умный Дом» автоматически даст знать об этом. Произойдет автоматическая блокировка всех окон и дверей, сработает сигнализация и на устройство, при помощи которого управляется дом, поступит оповещение.

Переживания о том, что забыли выключить бытовую технику или другие устройства не должны больше беспокоить. Оставили включенным кондиционер? Дайте команду умной розетке, и она моментально

* Работа выполнена под руководством канд. хим. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» О. А. Корчагиной.

отключит прибор. Бойтесь, что запущенная стиральная машина выйдет из строя и устроит потоп? Если машина действительно неисправна или подтекает, датчик протечек незамедлительно сообщит об этом.

В итоге человек избавляется от лишних тревог и проблем. Проверить состояние дома можно при помощи смартфона, планшета или другого управляемого устройства.

Экономия. Для многих данное преимущество покажется странным и сомнительным, так как нужно приобретать массу устройств: датчиков, розеток, видеокамер, установить программное обеспечение. На самом деле, экономия весьма ощутима. В пример возьмем умную розетку. При помощи нее можно отследить, сколько энергии потребляет подключенное к ней устройство. В результате вычисляются самые «прожорливые» приборы и можно прилично сэкономить на оплате счетов. Также достаточно большое количество средств можно сэкономить, если датчик протечек вовремя сообщит о «наводнении».

Технология «Smart House» также включает в себя массу полезных действий. Программное обеспечение позволяет настроить в доме систему голосового управления, т.е. можно управлять «Умным Домом» не только при помощи устройства, но и при помощи голоса.

Технология позволяет установить систему климат-контроля в доме. Если в доме жарко, температура внутри помещения выше требуемой, датчик моментально работает и включит кондиционер и установит комфортную температуру. Если же наоборот холодно, «Smart House» активирует систему отопления и отключит систему охлаждения помещения. В отсутствие хозяев стоит установить режим максимальной экономии.

При помощи датчиков света «Умный Дом» может автоматически регулировать и поддерживать нормативную освещенность помещения (150 лк.) в темное время суток.

В случае, если установить снаружи дома рафшторы, можно задать команду «Умному Дому» на любое время суток, когда их стоит поднимать и опускать [2].

Как сделать свой «Умный Дом»?

В идеале, принимать решение по внедрению технологии «Smart House» стоит на этапе строительства. Но по множествам причин такой вариант не популярен среди застройщиков. Существуют два варианта автоматизации:

1. Обратиться в специализированную компания, где на основе технического задания заказчика будет составлен проект с его реализацией.

2. Самостоятельно разработать и внедрить систему «Умный Дом».

В первом случае заказчик получает готовое решение, под ключ. Во втором, стоимость реализации можно существенно сократить, если не на порядок, то в несколько раз.

Рассмотрим подробно второй вариант автоматизации и разберемся, что необходимо для того, чтобы улучшить свое жилье и внедрить в него технологию «Smart House».

Центр управления. Данный механизм своего рода «мозг» «Умного Дома». Он может реагировать со всеми умными устройствами, которые будут активны во всех помещениях. С его помощью создается «сценарий» работы. Управлять им возможно, как при помощи планшета и смартфона, так и голосом.

Датчики. Мини-механизмы обеспечивают защиту дома от посторонних лиц, пожара, потопа, утечки газа и т.д. Датчик температуры и влажности будет следить за тем, не слишком ли жарко или холодно в доме. Датчик открытия будет полезен в меру посторонних лиц. Он сработает сразу и даст знать системе сигнализации, что в дом пытается войти посторонний человек.

Камеры. Данные отслеживающие устройства помогут «разведать обстановку» на территории участка дома, внутри дома или квартиры, при этом автоматически записав и сохранив это в памяти накопителя.

Умные розетки. Управляемые приборы, при помощи которых можно устанавливать связь с бытовой техникой, телевидением и т.д. Розетки с диммером позволяют регулировать яркость торшера или настенного бра. Именно за счет них происходит экономия средств на счета. Для проверки показаний энергопотребления также существует специальная розетка.

Умная техника. Простой пример умной техники – умный кондиционер. В дополнение к этому устройству идеально подойдет датчик температуры и влажности. Кондиционер оснащен программным обеспечением. Им можно управлять не только голосом, но и при помощи пульта или другого управляющего устройства, а также изменять «сценарий» его работы [1].

Для того, чтобы правильно и грамотно внедрить в жилой дом или квартиру технологию «Smart House», необходимо определиться с постановкой задачи, т.е., с функциональностью системы. Установив в необходимых местах камеры, датчики и умные приборы, задав все необходимые параметры и функции в «мозге» «Умного Дома», можно получить составляющее идеального дома по технологии «Smart House» (рис. 1).



Рис. 1. Составляющее дома по технологии «SmartHouse»

Как и у многих технологий, приборов и т.д. у «Умного Дома» есть свои недостатки:

1. Электронная техника не застрахована от сбоев и зависаний. Нужно быть готовым к тому, что в любой момент понадобится перенастройка отдельных электронных систем и компонентов вручную.

2. Стоимость оборудования. На рынках России и СНГ производители продают системы по минимальной цене от 2000 до 5000 долларов, в зависимости от оснащения, программного обеспечения и пожелания заказчика.

Прогресс не стоит на месте. Технология «Smart House» будет модернизироваться, развиваться и становиться все лучше и лучше. Появление новых умных машин и технологий, предназначенных для дома или квартиры, сделают жизнь человека комфортной. Технология «Smart House» действительно оправдывает свое предназначение как «Технология будущего».

Список литературы

1. **Алейников, А. Ф.** Датчики (перспективные направления развития) : учеб. пособие / А. Ф. Алейников ; под ред. проф. М. П. Цапенко. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2001. – 176 с.

2. **Тимерханов, Р. Р.** Концепция умного дома / Р. Р. Тимерханов, А. И. Дерябин // Молодежный научный форум: Технические и математические науки : электр. сб. ст. по мат. XII Междунар. студ. науч.-практ. конф.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

**СОЗДАНИЕ КОМФОРТНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ
В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЕТСКИХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ШКОЛ**

Понятие акустического благоустройства является интегральным показателем, влияющим на качество музыкальных помещений. Особенно важным является создание комфортной акустической среды в помещениях детских музыкальных учреждений, что формирует у учеников исполнительскую культуру уже на ранних стадиях обучения.

Однако в настоящее время большая часть детских музыкальных школ размещается в непригодных зданиях, что может повлечь за собой множество проблем по обеспечению акустического комфорта из-за несоответствия параметров учебных помещений рекомендуемым.

В зданиях, изначально запроектированных как музыкальные школы, реже возникают акустические проблемы, так как на стадии разработки проекта, как правило, учитываются все нюансы акустического благоустройства. В процессе же изменения назначения под музыкальные учреждения должны быть учтены множество факторов, влияющих на обеспечение комфортного акустического режима в процессе эксплуатации.

Для получения достаточной диффузности звукового поля следует правильно выбрать форму пропорции зала. При неблагоприятном соотношении линейных размеров усиливается вероятность взаимосоуплинения нескольких резонансов [1]. Оптимальными для музыкальных залов считаются соотношения основных пропорций помещений (отношение длины к ширине и ширины к высоте) в пределах 1,4...1,6 [2]. Объем зала на одного зрителя принимается, как правило, в пределах 4...5 м³ [2].

В качестве примера рассмотрим малые музыкальные залы в учреждениях дополнительного образования:

1. Концертный зал детской музыкальной школы № 2 им. В. К. Мержанова (г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 137). Здание построено по типовому проекту в 1967 г.

2. Концертный зал детской музыкальной школы им. С. М. Старикова (г. Тамбов, ул. Интернациональная, д. 31).

3. Концертный зал Тамбовского колледжа искусств (г. Тамбов, ул. А. Бебеля, д. 21). Здание является объектом культурного наследия «Приют для слепых детей» (нач. XX века).

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» И. В. Матвеева.

Данные сравнительного анализа объемно-планировочных параметров помещений с точки зрения акустического благоустройства приведены в табл. 1.

Как видно из приведенных данных, наиболее соответствует требованиям акустических норм концертный зал, размещенный в здании, построенном по типовому проекту (№ 1), так как проектирование велось согласно нормативным документам. Пропорции, габаритные размеры и воздушный объем помещения способствуют формированию диффузного звукового поля и созданию акустического комфорта.

1. Сравнительный анализ объемно-планировочных параметров помещений и времени реверберации

Параметр	Номер зала			
	1	2	3	
Вместимость зала, чел	150	110	124	
Воздушный объем зала V , м ³	717	534	925,1	
Удельный воздушный объем на 1 зрительное место, $V_{уд}$, м ³ /чел	4,8	4,85	7,46	
Длина зала, L , м	21,6	15,65	11,68	
Ширина зала, B , м	7,67	6,23	12,38	
Высота зала, H , м	4,35	5,18	5,65	
Отношение длины зала к его ширине, L/B	2,8	2,51	0,94	
Отношение ширины зала к его высоте, B/H	1,8	1,2	2,19	
Средний коэффициент звукопоглощения (заполнение 70%), $\alpha_{ср}$ при частоте, Гц	125	0,20	0,16	0,16
	500	0,18	0,17	0,16
	2000	0,21	0,19	0,17
Фактическое время реверберации, $T_{fл}$ при частоте, Гц	125	1,13	1,33	1,44
	500	1,20	1,19	1,44
	2000	1,00	1,01	1,20
Рекомендуемое время реверберации, $T_{опт}$ при частоте, Гц	125	1,1...1,32	1,13...1,39	1,28...1,56
	500	1,0...1,21	0,95...1,16	1,06...1,3
	2000	1,0...1,21	0,95...1,16	1,06...1,3

Малый концертный зал (№ 3), размещенный в приспособленном помещении, не вполне соответствует требованиям норм в связи с формой в плане, близкой к квадрату, что может приводить к ухудшению слухового восприятия на боковых зрительских местах.

Большая высота помещений в концертных залах № 2 и 3 создает сильное запаздывание ранних отражений по сравнению с прямым звуком, что может нарушить восприятие слушателями музыкальных произведений. Кроме того, залы имеют несколько завышенные объемы на 1 слушателя, что способствует быстрому затуханию звуковой энергии в объеме помещения.

Очертания потолка и стен зала должны способствовать хорошему распределению отраженного от них звука, направляя большую его часть на удаленные от источника звука зрительские места. Оценка формы и размеров зала, а также отдельных поверхностей с акустической точки зрения состоит в анализе звукового поля на основе принципов геометрической акустики, т.е. в рассмотрении распространения прямых и отраженных звуковых волн (звуковых лучей) и построении «лучевого эскиза». Целью графического анализа чертежей зала является проверка равномерности поступления в зоны слушательских мест первых отражений от стен и потолка с допустимыми запаздываниями $\Delta t = 30 \dots 35$ мс для музыкальных залов [1].

Для проверки первых отражений в зрительном зале был проведен графический анализ чертежей вертикального разреза (рис. 1) и плана зала (рис. 2). В качестве примера построения лучевого эскиза приведены чертежи концертного зала № 1.

По результатам расчетов можно сделать вывод о том, что в целом по залам создается достаточно равномерное распределение отраженного звука. Время запаздывания первых отражений по сравнению с прямым звуком не превышает допустимой величины, следовательно, в залах не возникает эффекта эха.

2. Результаты расчета запаздывания первых отражений

Номер зала	Запаздывание первых отражений Δt , с		
	От потолка	От левой стены	От правой стены
1	0,0011...0,0038	0,0003...0,014	0,0003...0,019
2	0,005...0,012	0,0006...0,015	0,0006...0,014
3	И 1	0,005...0,016	0,002...0,034
	И 2	0,004...0,011	–

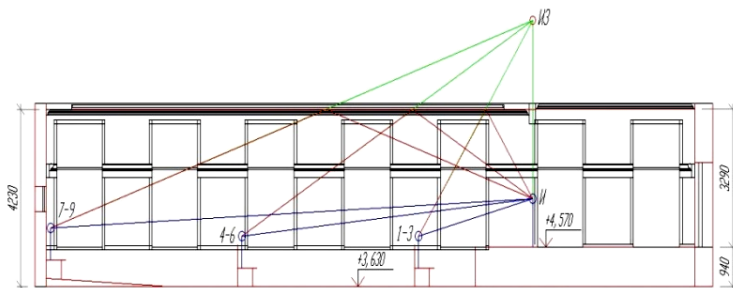


Рис. 1. Разрез зрительного зала № 2 с построением первых отражений

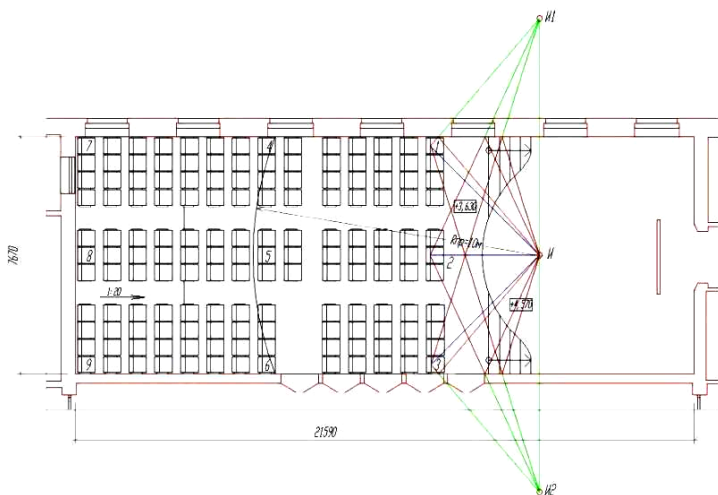


Рис. 2. План зрительного зала № 2 с построением первых отражений

На обеспечение комфортного акустического режима также влияет отделка помещений. Для исключения акустических проблем потолки помещений должны быть полностью отражающими звук, полы – деревянные. В отделке помещений рекомендуется использовать традиционные строительные материалы – штукатурку, панели ГКЛ или ГВЛ, деревянные панели на воздушном отnose и т.п. В отделке ограждений помещения должны быть полностью исключены конструкции с открытым применением железобетона [2].

Таким образом, тщательно продуманные объемно-планировочные и конструктивные решения зданий учреждений музыкального образования позволят избежать проблем по созданию акустического комфорта в репетиционных и концертных помещениях.

Список литературы

1. **Рекомендации** по проектированию сети и зданий детских внешкольных учреждений для г. Москвы. – Выпуск 1: Детские музыкальные школы и школы искусств // ГУП НИИЦ. – 1996.

2. **Борисов, Л. А.** Акустика малых музыкальных учреждений / Л. А. Борисов, Х. А. Щиржецкий, Е. В. Насонова // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – № 3. – С. 65 – 72.

*Кафедра «Городское строительство и автомобильные дороги»
ФГБОУ ВО «ПГТУ»*

УДК 624.014

*М. О. Михалев**

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

В последнее время в мире динамично развиваются различные направления строительства с использованием современных металлоконструкций из стали и алюминия [1]. Разработка и применение эффективных решений в металлоконструкциях позволили повысить качество строящихся объектов, а также существенно сократить сроки возведения зданий и их металлоемкость. В металлостроительной индустрии используются как классические элементы, так и материалы нового поколения. К первым относят балки, швеллера, уголки, а ко вторым гнутые профили из оцинкованной и полимерной стали, сэндвич-панели и другие легкие стальные конструкции (ЛСТК). Качественный рывок в сфере металлоконструкций позволило совершить появление тонкостенных конструкций из стали и алюминия, что существенно расширило применение металлов в строительстве. В свою очередь это отразилось на рынке увеличением ассортимента металлоконструкций и дало возможность архитекторам и проектировщикам делать уникальные решения для промышленного и гражданского строительства.

Строительство спортивных сооружений из ЛСТК [2] не было бы так актуально, если бы не активное внедрение спорта в повседневную жизнь граждан – это приводит к необходимости массового возведения большого числа объектов. Так же интерес общества к большепролетным спортивным сооружениям объясним тем фактом, что они являются характерным признаком современных крупных городов.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» О. В. Евдокимцева.



Рис. 1. Строительство трибуны стадиона

Следствием этого стала необходимость как пересмотра большепролетных спортивных сооружений строителями, так и производства самих металлических каркасов к ним. Это подталкивает к необходимости решения многих задач путем исследования технологии изготовления ЛСТК с точки зрения применимости в спортивных сооружениях.

Весьма популярное конструктивное решение спортивных сооружений выглядит следующим образом. Каркасом будущего здания является конструкция, состоящая из металлических профилей.

Вертикальные и горизонтальные детали, помимо выполнения несущих функций, служат основой для крепежа обшивки и внутренней отделки. Кстати, если каркас выполняется из легкого холодногнутого оцинкованного профиля, то это позволяет значительно снизить нагрузку на фундамент и упрощает сборку, – важная деталь для спортивных комплексов. Система крепежа сэндвич-панелей предусматривает абсолютную герметичность соединений на стыках, а сама система устойчива к коррозии и любому агрессивному воздействию окружающей среды. Наглядный пример возведения спортивного сооружения с использованием ЛСТК можно увидеть на рис. 1.

Возведение спортивных сооружений из ЛСТК обладает рядом определенных преимуществ:

- минимальные сроки строительства, что является одним из главных критериев при ограниченном времени;

- возможность создания проектов с любой планировкой, учитывая индивидуальные требования потенциального заказчика.
- стоимость быстровозводимых объектов несколько ниже, чем у капитальных, так как нет потребности во многих материалах, а значит и затратах на них.
- возможность выполнять перепланировку во время и по окончании строительства, не опасаясь причинить вред отдельным элементам или всему каркасу объекта в целом.
- при надлежащей эксплуатации сооружение долгое время сохраняет свой внешний вид.

Еще одно направление, более новое в строительстве спортивных сооружений, – это внедрение так называемой «тентовой» (или «текстильной») архитектуры [3]. Под ее основой лежит использование каркасно-тентовых конструкций. Они могут применяться в весьма широком спектре спортивных сооружений: стадионы, ледовые арены, катки и теннисные корты. На рисунке 2 показан пример использования каркасно-тентовых конструкций в спортивном сооружении.

Важной особенностью площадок для спорта является соответствие требованиям безопасности и функциональности одновременно, и каркасно-тентовые сооружения отвечают им всем. Обладая высококачественным антикоррозийным покрытием, металлическая конструкция устойчива к механическим повреждениям. На стальной каркас крепится с выполнением натяжки тентовая мембрана, что не позволяет ей провисать и рваться, даже если эксплуатация будет длительной. Так же посетители такого комплекса надежно защищены покрытием от вредного воздействия ультрафиолетового излучения.



Рис. 2. Крытый теннисный корд

Использование каркасно-тентовых конструкций в строительстве имеет ряд преимуществ перед стандартными постройками.

Стоимость. По сравнению со стационарными сооружениями их себестоимость возведения будет ниже.

Мобильность. По окончании сезона имеется возможность демонтажа и перевозки конструкции на хранение, а если истек срок востребованности – перемещение на другое место развертки. При этом не требуется специальной подготовки для монтажа.

Надежность и прочность. Конструкции выдерживают большие весовые нагрузки (снег, вода) без угрозы обрушения, невосприимчивы к резким перепадам температур и непроницаемы для порывов ветра.

Качество. Конструкции производятся из сертифицированных материалов, а значит, они имеют полное соответствие по основным характеристикам конструкции (геометрическим, прочностным), требованиям пожарной безопасности и эстетичны внешне.

Экономность. Все конструкции рассчитаны на многолетнее использование, а тент имеет высокое светопропускание, что существенно сокращает затраты на электроэнергию для освещения.

Отсутствие необходимости получения разрешительной документации на строительство. Оно достигается тем, что подготовка основания под конструкцию является крайне простой и не предусматривает обязательных при стационарном строительстве фундаментных работ.

Резюмируя все вышесказанное, можно сделать такой вывод: вектор развития у стальных конструкций есть и заключается он в двух направлениях – улучшение или создание материала с более лучшими характеристиками, и оптимизация и создание самих конструкций за счет введения новых методик расчета для них.

Список литературы

1. <http://ancb.ru/publication/read/370>, 27.09.2018
2. http://www.profnastil.com/services/advices/advices_141.html, 27.09.2018
3. <https://www.policarbon.ru/izdeliya-iz-tentov/karkasno-tentovyie-konstruktsii>, 27.09.2018

*Кафедра «Городское строительство и автомобильные дороги»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

**ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ НАПРЯЖЕНИЯ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ
ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА ПРИ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ**

Поливинилхлорид (ПВХ) – полимерный материал, который нашел широкое применение в различных областях рекламной продукции, в ремонтно-строительных работах, при отделке интерьеров помещений.

История ПВХ как материала продолжается на протяжении 30 лет и является достаточно уникальной. Вспененный поливинилхлорид широко применяется в повседневной жизни благодаря своим полезным свойствам. В качестве основы при производстве ПВХ применяют нефть, уголь и газ. Затем основа (винилхлорид) полимеризуют, после этого процесса получают конечный продукт поливинилхлорид. Он состоит из молекул водорода, углекислого газа и хлора.

Многочисленные разработки в сфере производства, совершенствование рецептур и способов переработки показали, что благодаря своему уникальному молекулярному строению, вещество занимает достаточно высокое место среди остальных видов термопластов. Вспененный поливинилхлорид сочетает в себе ряд полезных свойств: может находиться долгое время в эксплуатации, достаточно нейтрально относится к температурным перепадам, устойчив к механическим воздействиям, может обрабатываться различными способами и одно из главных свойств – слабо подвержен воздействию агрессивных сред [1].

Как только вспененный поливинилхлорид появился на рынке материалов, он зарекомендовал себя как универсальный продукт. Благодаря своим уникальным свойствам этот материал используют в различных областях для воплощения самых разнообразных идей.



Рис. 1. Поливинилхлорид (ПВХ)

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» А. В. Ерофеева.

Материал применяют для создания элементов своеобразной формы при помощи термоформирующих, пневмоформирующих и вакуумформирующих методов.

Этот пластик является экологически безопасным материалом. Он не содержит в себе тяжелых металлов и не оказывает негативного влияния на человека и окружающую среду.

Пластик с легкостью поддается различной обработке при помощи обычных инструментов. Его с легкостью можно разрезать, просверлить, согнуть, скрепить саморезами и скобами, распилить, склеить.

Поверхность материала покрывают различными видами пленок, красят, наносят трафаретную печать.

Благодаря высоким показателям звукоизоляции, теплоизоляции и влагостойкости, ПВХ-профиль на протяжении многих лет используют при производстве окон и дверей. Листовым поливинилхлоридом отделывают лоджии и балконы. Прозрачные листы используют в качестве альтернативы стеклу, а волнистые листы поливинилхлорида используют при кровельных работах.

ПВХ-профиль является достаточно долговечным, надежным и неприхотливым материалом.

Листовой вспененный ПВХ хорошо подходит для эксплуатации на открытом воздухе. Этот вид пластика отличается сравнительно невысокой ценой. Его используют в качестве рекламного щита. Листовой вспененный ПВХ зарекомендовал себя как материал устойчивый к погодным явлениям и воздействию ультрафиолетовых лучей.

В процессе строительства используют различные строительные материалы. Важнейшим параметром, влияющим на выбор того или иного строительного материала, является долговечность. Для прогнозирования долговечности материалов выявляют зависимость прочности от температурного временного эффекта.

Таким образом, основной задачей работы является выявление влияния величины напряжения на долговечность листов из поливинилхлорида при постоянной температуре 29 °С. В ходе работы было подвергнуто разрушению 36 образцов сплошного сечения декоративно-облицовочных листов из поливинилхлорида вспененных типа FS-Roam, плотностью 0,55 г/см³, выпускаемых по ТУ 2249-002-94691890–2009 с изм. № 1.

Геометрические размеры опытных образцов: $L_0 = 60$ мм – длина образца; $h = 3$ мм – высота образца; $b = 15$ мм – ширина образца (рис. 2).

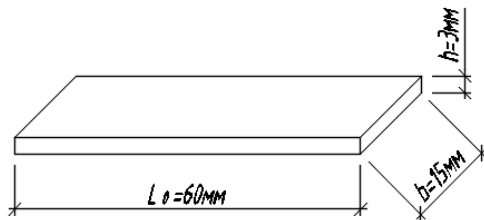


Рис. 2. Образец для проведения опытов

Для проведения испытаний на поперечный изгиб и разрушение использовался шестипозиционный стенд (рис. 3). Он состоит из рамы 1, выполненной из уголков. На опорной площадке рамы 2 установлены две роликовые опоры 3 на расстоянии друг от друга равным пролету балки (50 мм). Образец 4 помещается на роликовые опоры и нагружается с помощью приспособления для передачи сосредоточенной нагрузки.

Для устранения механических колебаний при разрушении образцов использовалось демпфирующее устройство – емкость, заполненная песком.

Испытания при разрушении поперечным изгибом проводились в режиме заданной температуры (29 °С) по стандартной методике. Образцы помещались на испытательную секцию установки. При проведении кратковременных испытаний 6 образцов каждого вида ступенчато нагружались до их полного разрушения. В процессе экспериментов фиксировалась максимальная разрушающая нагрузка, выдерживаемая материалом.

Разрушающие напряжения образцов определялись по формуле:

$$\sigma_p = \frac{M}{W} = \frac{1,5Pl}{bh^2}. \quad (1)$$

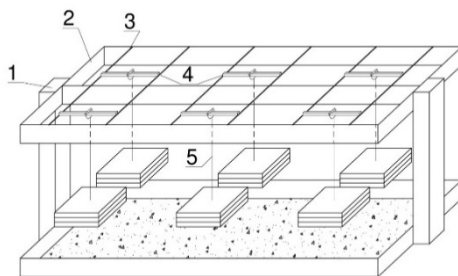


Рис. 3. Шестипозиционный стенд для проведения опытов

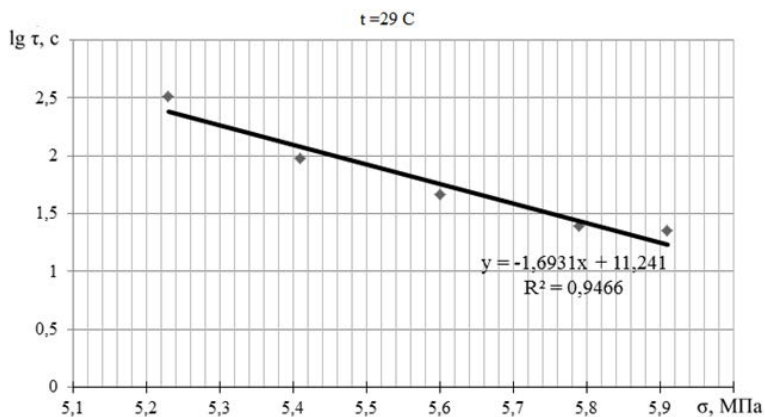


Рис. 4. Зависимость долговечности от напряжения

За конечный результат принималось среднее арифметическое значение напряжения 6 образцов, испытанных в идентичных условиях.

В процессе экспериментов, направленных на определение долговечности, фиксировалось время от момента начала нагружения не разрушающей нагрузкой, меньшей разрушающей ($0,95\sigma_p$, $0,93\sigma_p$, $0,9\sigma_p$, $0,87\sigma_p$, $0,84\sigma_p$) до разрушения образца.

В одинаковых условиях для получения одной точки испытывались 6 образцов. Прямая в координатах $\lg \tau - \sigma$ строилась по 5 точкам (5 ступеней нагружения при фиксированной температуре $t = 29 \text{ }^\circ\text{C}$).

Из рисунка 4 видно, что зависимость является прямолинейной и отражена уравнением $y = -16931x + 11,241$. При этом коэффициент корреляции $R^2 = 0,9466$, что говорит об адекватности проведенной аппроксимации.

Список литературы

1. Уилки, Ч. Поливинилхлорид / Ч. Уилки, Дж. Саммерс, Ч. Даниэлс ; под ред. Г. Е. Зайкова ; пер. с англ. – СПб. : Профессия, 2007. – 728 с.
2. Ярцев, В. П. Прогнозирование поведения строительных материалов при неблагоприятных условиях эксплуатации : учебное пособие / В. П. Ярцев, О. А. Киселева. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 124 с.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКОЛОГИЧНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Энергоэффективные теплоизоляционные материалы должны обеспечивать высокую степень теплоизоляции ограждающих конструкций для этого необходимо присутствие определенных физико-технических свойств. Значительное влияние на теплотехническую эффективность и эксплуатационную надежность утеплителя оказывают гидрофизические характеристики: водопоглощение (способность материала при непосредственном контакте с водой впитывать и удерживать воду в порах), водостойкость (способность материала сохранять при его насыщении водой свою прочность и структуру) и водопроницаемость (способность пропускать воду) [1].

В качестве предмета исследования выбраны следующие биопозитивные утеплители: эковата, фибролитовая плита (толщина 100 мм), утеплитель на основе льна, утеплитель на основе конопли, утеплитель на основе древесного волокна, утеплитель на основе хлопкового волокна, пробковый утеплитель.

В ходе эксперимента получены сведения:

- о способности утеплителей к влагопоглощению;
- о водопропускной способности;
- об изменениях в структуре материалов при воздействии воды;
- о скорости высыхания утеплителей, после полного намокания.

В процессе эксперимента опытные образцы теплоизоляционных материалов подвергались полному насыщению водой, при этом проводилось наблюдение за поведением материала в создаваемых неблагоприятных условиях. Были проанализированы следующие параметры: способность к впитыванию влаги, скорость впитывания, как материал пропускает через себя воду, скорость высыхания на открытом воздухе, устойчивость к разрушению и деформации в процессе влагонасыщения и высыхания [2].

Результаты исследования хлопкового утеплителя. Выявлено: хлопковый утеплитель достаточно устойчив к воздействию влаги. Процесс насыщения водой проходит медленно, на начальном этапе капли влаги просто стекают по поверхности утеплителя.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» О. В Умновой.

И лишь при продолжительном воздействии утеплитель начинает впитывать воду в волокна, а в процессе длительного интенсивного смачивания материала полностью промокает. Полное высыхание материала после замачивания завершается через 19 часов. При названных воздействиях утеплитель не деформируется, полностью сохраняет свою структуру и прочность.

Результаты исследования пробкового утеплителя. Выявлено: плохое влагопоглощение, вода проникает в открытые поры на поверхности материала и на этом процесс водопоглощения прекращается, добиться в процессе эксперимента намокания внутри материала не удалось, при обильном смачивании вода просто стекает по поверхности. Материал полностью высыхает спустя 15 часов, не деформируется, полностью сохраняет структуру, прочность и внешний вид.

Результаты исследования утеплителя эковата. Выявлено: высокое водопоглощение, быстро и хорошо впитывает влагу, сразу теряет свою форму, оседает и происходит комкование. Полное высыхание небольшого количества образца на открытом воздухе произошло спустя 20 часов. Эковата в результате гранулируется и не возвращается к первоначальной форме.

Результаты исследования утеплителя на основе конопляного волокна. Выявлено: обладает средними гидрофобными характеристиками, обладая воздушной пористой структурой, хорошо впитывает влагу, но процесс увлажнения происходит постепенно, не так быстро, как в случае с эковатой. Влагу материал пропускает умеренно, т.е. на начальной стадии воздействия, намокают верхние слои, задерживая в себе влагу, и лишь при продолжительном воздействии влага проникает внутрь материала, но локальными зонами (неравномерно по объему образца), в местах концентрации вода выходит с обратной стороны образца.

Полностью материал высыхает через 21 час. В процессе этапа намокания утеплитель деформировался, уменьшился в размерах, принял вид мокрой пакли, после высыхания остаточное явление усадки сохранилось, примерно 20% от первоначального объема.

Результаты исследования утеплителя на основе льняного волокна. Выявлено: гидротехнические свойства льняного утеплителя проявляются в меньшей степени, чем у конопляного, так как его структура более плотная. Влагопоглощение происходит равномерно и постепенно от слоя к слою, т.е. пропускает воду материал медленно. При намокании происходит значительная усадка, на полное высыхание материалу потребовалось 21 час 30 минут, после высыхания остается остаточная усадка.

Результаты исследования утеплителя из древесного волокна.
Выявлено: гидрофобность материала аналогична льняному утеплителю, пропускает через себя воду не очень хорошо, больше впитывает, при намокании оседает, время до полного высыхания 23 часа.

Процесс поглощения воды равномерный от слоя к слою, при полном намокании усаживается.

Результаты исследования утеплителя фибролитовая плита.
Выявлено: хорошо пропускает через себя воду, в малых количествах впитывая ее в волокна. При намокании происходит нарушение соединения между древесными волокнами в поверхностных слоях. Время высыхания составляет 20 часов.

Результаты эксперимента систематизированы в табл. 1 и наглядно показаны на рис. 1.

1. Сводные данные о гидрофизических свойствах исследуемых утеплителей

Наименование материала	Способность к влагопоглощению по 10-бальной шкале	Водопроницаемая способность по 10-бальной шкале	Стабильность формы и структуры утеплителя при намокании	Время высыхания
Утеплитель на основе льняного волокна	6 баллов	4 балла	Усадка	21 ч 30 мин
Утеплитель на основе хлопкового волокна	4,5 баллов	1 балл	Отсутствует	19 ч
Утеплитель на основе древесного волокна	7 баллов	4 балла	Небольшая усадка	23 ч
Утеплитель на основе конопляного волокна	8 баллов	6 баллов	Усадка	21 ч
Утеплитель на основе пробки	1,5 балла	0 баллов	Отсутствует	15 ч
Утеплитель фибролитовая плита	4,5 балла	8 баллов	Теряет целостность	20 ч
Утеплитель эковата	9 баллов	5 баллов	Теряет форму, усаживается	20 ч

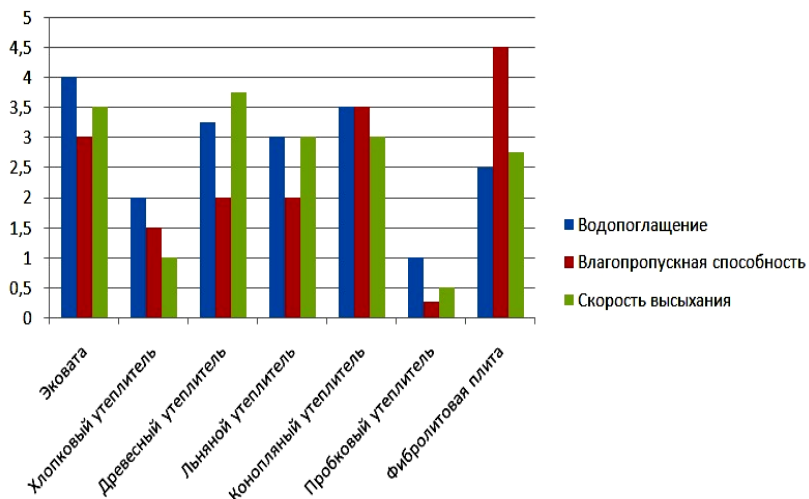


Рис. 1. График, отражающий гидрофизические характеристики исследованных материалов

Список литературы

1. **Горчаков, Г. И.** Строительные материалы / Г. И. Горчаков, Ю. М. Баженов. – М. : Стройиздат, 1986. – 688 с.
2. **ГОСТ 17177–94.** Материалы и изделия строительные тепло-изоляционные. Методы испытаний. – М. : Изд-во стандартов, 1996. – 37 с.
3. **ТСН 23-340–2003.** Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. – СПб., 2003. – 28 с.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

*Е. А. Якунина****ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ «ЗЕЛЕННЫХ»
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Российская строительная отрасль находится в условиях активной модернизации, направленной на реализацию стратегии перехода к наилучшим доступным технологиям (НДТ). Применение в строительной сфере современных биопозитивных теплоизоляционных материалов является одним из эффективных способов снижения энерго- и ресурсопотребления, а также фактором негативного воздействия на окружающую среду на всех этапах строительства и жизненного цикла здания.

К биопозитивным теплоизоляционным материалам можно отнести такие российские утеплители, как: эковата, утеплитель на основе льняного волокна, утеплитель на основе конопляного волокна, утеплитель на основе древесного волокна, утеплитель на основе хлопкового волокна, утеплитель на основе пробки, фибролитовая плита.

По своим физико-химическим характеристикам они соответствуют современным требованиям устойчивого развития, ориентированным на сохранение здоровья человека и защиты окружающей среды: энергоэффективны, экологичны и пожаробезопасны. Фактор пожарной безопасности является одним из ведущих показателей при выборе теплоизоляционного материала, правильно выбранный по своим пожарно-техническим свойствам утеплитель может в прямом смысле спасти людей и здание при пожаре. Ярким тому примером служит сгоревшая в Грозном высотка, в которой пожар, охвативший все здание, смог уничтожить лишь наружную отделку фасада, не затронув несущий остов, который сохранил несгораемый теплоизоляционный материал [1].

Согласно норм [2], пожарная опасность теплоизоляционных материалов определяется следующими пожарно-техническими характеристиками: горючестью, воспламеняемостью, дымообразующей способностью.

Нами проведен ряд экспериментов для исследования названных характеристик экологически чистых российских утеплителей (список приведен выше), их степени устойчивости к воздействию интенсивного открытого огня.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» О. В. Умновой.



Рис. 1. Приборы и теплоизоляционные материалы, использованные в эксперименте

Для выполнения съемки теплового поля поверхности материала, как в естественном, так и в нагреваемом состоянии, был использован прибор тепловизор марки «FLUKE».

Данные об интенсивности дымовыделения в процессе горения или тления утеплителя, и концентрации выделяемого угарного газа (CO), были получены с помощью газоанализатора «testo 320». Вид приборов и теплоизоляционных материалов представлен на рис. 1.

Последовательность проведения экспериментов:

- замер температуры поверхности материала в естественном состоянии, до воздействия огня;
- воздействие открытого огня с помощью газовой горелки;
- замер температуры горения или тления;
- сбор данных о степени воспламеняемости материалов, их расположенности к горению или тлению, о деструктивных изменениях, происходящих с ними в процессе эксперимента;
- сбор данных о степени дымовыделения каждого из материалов и о токсичности выделяемых газов с помощью газоанализатора, на основании визуальных и личных антропологических ощущений (ощущения удушья, раздражения слизистых, проявления головных болей);

Анализ и систематизация полученной в ходе эксперимента информации, позволила получить представление о реальных пожароопасных характеристиках опытных образцов: эковата, фибролитовая плита (толщина 100 мм), утеплитель на основе льна, утеплитель на основе конопли, утеплитель на основе древесного волокна, утеплитель на основе хлопкового волокна, пробковый утеплитель.

В ходе исследования различных утеплителей установлено:

– льняной утеплитель: класс горючести Г1-Г2, группа воспламеняемости – В1 (трудновоспламеняемый) и коэффициент дымообразования – Д2 (умеренное образование дыма). Утеплитель достаточно быстро воспламеняется, но при удалении источника огня, в течение 3 секунд пламя затухает, оставляя процесс активного тления. Сопротивление пламени данного утеплителя низкое, прогорание мата насквозь происходит менее чем за 3 минуты. В процессе горения и особенно тления выделяется значительное количество едкого дыма, при непосредственной близости к источнику ощущается першение в горле и раздражение слизистых оболочек;

– хлопковый утеплитель: воспламеняется быстро, после удаления источника огня материал продолжает гореть, в процессе горения обугливается и немного оплавляется, выделяет едкий дым, с значительным содержанием угарного газа, дым вызывает затрудненное дыхание, при вдыхании раздражает слизистую оболочку;

– утеплитель на основе древесного волокна: не воспламеняется, не горит, лишь обугливается, при удалении источника огня слабо тлеет, выделяя умеренное количество дыма, дым не едкий, позволяет находиться в зоне задымления, соответствует заявленным характеристикам: класс горючести Г1, группа воспламеняемости – В1, коэффициент дымообразования – Д2;

– утеплитель из конопли: очень легко и быстро воспламеняется, при удалении источника огня продолжает активно гореть, в процессе горения выделяет очень едкий дым, который почти сразу приводит к удушью и кашлю, прогорает насквозь в течение 1 минуты;

– пробковый утеплитель: полностью негорюч, при воздействии открытого пламени обугливается, стоек к воздействию огня, не выделяет большое количество дыма, дым не едкий и быстро рассеивается при удалении источника пламени, соответствует заявленным характеристикам по пожаробезопасности: Г1, В3, Д2;

– фибролитовая плита: утеплитель не воспламеняется, не горит, но обугливается, активно тлеет, выделяя значительное количество дыма, дым умеренно едкий, соответствует характеристикам: класс горючести Г1, группа воспламеняемости – В1, коэффициент дымообразования – Д2;

– эковата: не воспламеняется, не поддерживает горение, интенсивно тлеет, выделяет удушливый едкий дым, быстро приводящий к головной боли, соответствует характеристикам: класс горючести Г1, группа воспламеняемости – В1, коэффициент дымообразования – Д2.

Анализ полученных результатов по пожаробезопасности исследуемых утеплителей показан на рис. 2, 3.

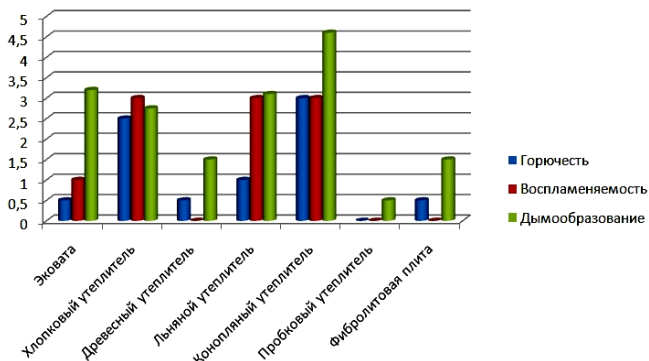
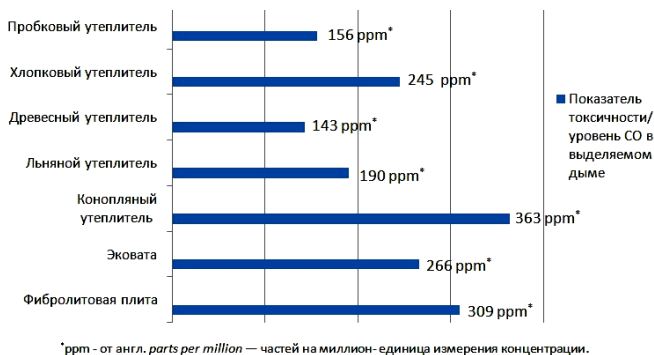


Рис. 2. График сравнения утеплителей по пожарным характеристикам



*ppm - от англ. parts per million — частей на миллион- единица измерения концентрации.

Рис. 3. График, отражающий сопоставление утеплителей по токсичности выделяемого дыма

Список литературы

1. Минстрой России. – URL : <http://www.minstroyrf.ru/>
2. Нормы пожарной безопасности НПБ 244-97. Материалы строительные. Декоративно-отделочные и облицовочные материалы. Материалы для покрытия полов. Кровельные, гидроизоляционные и теплоизоляционные материалы. Показатели пожарной безопасности. – Изд-во стандартов, 1997. – № 63 – 4 с.
3. ГОСТ 30244–94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть. – М. : Изд-во стандартов, 1996. – 17 с.
4. ГОСТ 30402–96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость. – М. : Изд-во стандартов, 1996. – 28 с.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

ЭКОНОМИКА. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

УДК 681.518

*К. С. Василевский**

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА

За последние несколько лет в России отмечается увеличение объема собираемых зерновых культур. Согласно данным Ростага: валовый сбор зерна в 2015 году составил 104,7 млн т, в 2016 – 120,6 млн т., а в 2017-м году превысил отметку 138 млн т. При этом наблюдается также и рост объема экспорта зерновых культур. В результате Россия входит в десятку стран-лидеров по экспорту зерна. Поэтому роль производства зерновых культур в экономике страны достаточно велика.

Технологический процесс производства зерновых культур достаточно сложен и включает в себя множество операций, которые можно разделить на несколько этапов: подготовка почвы, посев, сбор, обработка и хранение. Важнейшим этапом производства зерна является хранение, от которого требуется обеспечить сохранность зерновых культур в течение длительного времени при определенных условиях. Данная стадия является завершающей в технологической цепочке, после которой уже готовое сырье транспортируется к конечному потребителю.

В настоящее время существует два подхода к хранению зерна: хранение сырья в специализированных зернохранилищах и хранение зерна в специализированных рукавах. Методика хранения в данных подходах практически одинакова: зерно при помощи сельскохозяйственной техники засыпается в подготовленный к хранению объем (объем помещения зернохранилища, либо рукав из износостойкого и влагонепроницаемого материала), где происходит хранение сырья до момента его реализации.

К минусам такого хранения можно отнести достаточно большую вероятность возникновения процесса гниения внутри хранящегося объема и грибковых поражений зерна за счет недостаточной вентиляции сырья. В объеме зерна, где отсутствует движение воздушных масс,

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» И. А. Елизарова.

появляются зоны с повышенной температурой, в которых наблюдается интенсивное дозревание зерна, при наличии влажности некоторые объемы хранящегося сырья начинают прорастать. Данные процессы приводят к порче продукта, увеличению издержек и себестоимости [1].

Большинство зернохранилищ не имеют специализированного оборудования и технологических узлов, обеспечивающих необходимую рециркуляцию воздуха в объеме хранящегося зерна, а также отсутствуют системы мониторинга качественных показателей процесса хранения.

Работа направлена на разработку автоматической системы контроля параметров (АСКП) технологического процесса хранения зерновых культур, предназначенной для оперативного сбора, обработки и передачи информации о ходе технологического процесса с целью предотвращения возникновения процессов прения, гниения, прорастания и заражения грибом путем выявления зон некачественного хранения. Выявленные зоны подлежат принудительной вентиляции или перемешиванию персоналом (технологом).

Разрабатываемая система представляет собой комплекс технических и программных средств, выполняющих следующие функции:

1. Непрерывный сбор информации о температуре зерна. Данную функцию выполняют локальные погружные датчики температуры, равномерно-распределенные по всему объему хранящегося зерна. При большом количестве точек измерения применение соединительных проводов сильно затрудняет доступ к зерну, а также влечет за собой большие затраты на кабельную продукцию. Это привело к разработке датчиков температуры для АСКП, осуществляющих передачу полученной информации по беспроводному каналу передачи данных. Чувствительный элемент данного датчика удален от поверхности хранения на глубину не менее 0,75 метра, так как естественная циркуляция воздуха в верхних слоях зерна при хранении достаточно велика, и полученная из данных областей температура не будет отражать истинное качество хранения.

2. Для непрерывного сбора информации о температуре и влажности воздуха внутри зернохранилища применяются общепромышленные датчики влажности и температуры, осуществляющие передачу информации по цифровому каналу передачи данных с использованием стандартных протоколов.

3. Автоматический сбор и передачу данных на автоматизированное рабочее место оператора обеспечивается специализированной микропроцессорной базовой станцией и программируемым логическим контроллером.

Структура автоматической системы контроля параметров технологического процесса хранения зерна представлена на рис. 1.

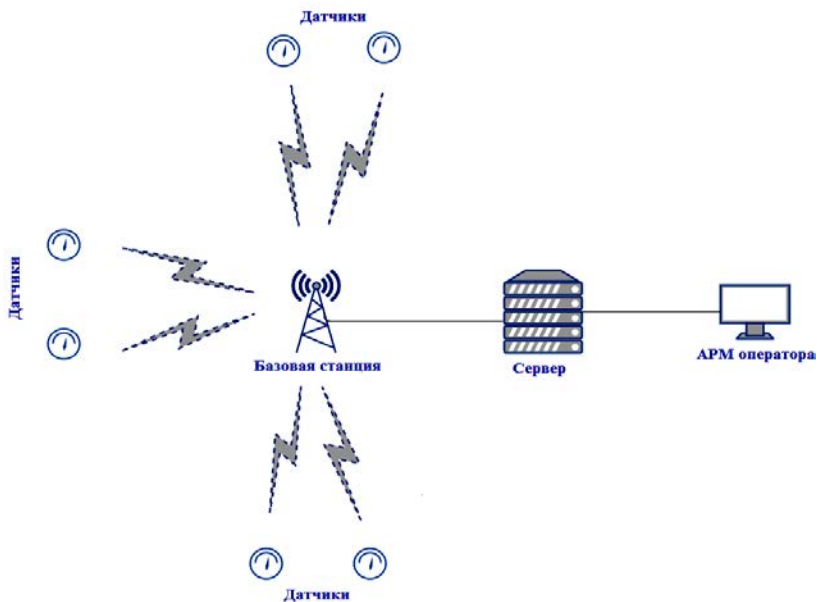


Рис. 1. Структура АСКП

В состав данной системы контроля входят:

1. *Датчик температуры беспроводной* – устройство, включающее в себя измерительный элемент, находящийся в непосредственном контакте с технологическим процессом, и модуль беспроводной передачи данных, который передает «в сеть» полученную информацию о ходе процесса.
2. *Базовая станция* – устройство, принимающее данные от конечных узлов при помощи радиоканала и отдающее на сервер системы.
3. *Сервер* – устройство, осуществляющее прием и обработку полученной информации из базовой станции.
4. *АРМ оператора* является конечным устройством приема и отображения информации. В качестве АРМ выступает персональный компьютер с предустановленной SCADA-системой. На АРМ непрерывно в режиме реального времени поступают данные со всех датчиков, установленных в узлах хранения зерна, производится архивация данных, индикация параметров качества хранения [2].

Все элементы АСКП должны быть пригодны для промышленной эксплуатации, погружные датчики должны иметь класс пылевлагозащиты не менее IP65 и температурный диапазон $-40\dots+60$ °С.

Среда беспроводной передачи данных должна быть надежной. Под надежностью в данном случае понимается:

- устойчивость приемо-передающей аппаратуры к факторам окружающей среды, так как часть измерительно-регулирующей аппаратуры устанавливается вне помещений;

- низкая чувствительность к электромагнитному излучению, так как многие производства сопряжены с работами электроустановок, накладывающими существенные помехи на линии связи;

- защита от несанкционированного вмешательства в информационную систему;

- достоверность полученной и отправленной информации при использовании данной технологии.

Применение разрабатываемой системы позволит существенно сократить производственные издержки за счет уменьшения объема забракованного зерна.

Данная система контроля мобильна и универсальна, т.е. возможно ее применение в технологических процессах хранения зерен подсолнечника, сахарной свеклы и других процессах (при внесении некоторых изменений в конструкцию отдельных ее элементов).

Список литературы

1. **Трисвятский, Л. А.** Хранение зерна и зерновых продуктов : учеб. пособие / Л. А. Трисвятский. – М. : Изд-во Агропромиздат, 1985. – С. 30 – 53.

2. **Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы :** учебное пособие / И. А. Елизаров, А. А. Третьяков, В. А. Погонин и др. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – С. 4 – 9.

*Кафедра «Информационные процессы и управление»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*К. С. Василевский, И. А. Канавалов**

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА НАУКОЕМКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Введение. На современном этапе развития экономики обеспечение стабильной работы наукоемких предприятий по выпуску конкурентоспособной продукции является задачей первостепенной важности для всех уровней управления [1]. Важнейшей качественной характеристикой хозяйствования на всех уровнях является эффективность производства. Обобщающим критерием экономической эффективности производства служит производительность труда.

Разработка механизма оценки производительностью труда затрагивает главные показатели деятельности предприятия: объемы производства валовой продукции, объемы выручки от реализации продукции, и, как следствие, показатели прибыли. Именно поэтому проблема эффективного управления, а значит и повышения производительности труда является на сегодняшний момент одной из приоритетных проблем.

Механизм управления производительностью труда выступает как система норм и методов управления, посредством которых можно воздействовать на уровень производительности труда. Для повышения производительности труда надо оптимизировать рабочий процесс. Для этого необходимо создание автоматизированной системы оценки производительности труда.

Постановка задачи. Производительность труда – показатель, характеризующий его результативность, отдачу каждой единицы используемого ресурса труда. Рост производительности труда является фактором увеличения финансового результата деятельности, снижения себестоимости и повышения рентабельности, иначе говоря, фактор роста массы и нормы прибыли, конкурентоспособности предприятия. Для управления производительностью необходимо определиться с методами оценки уровня производительности. На наукоемком предприятии возникает множество управленческих задач, причем необходимо управлять не только техническим, финансово-экономическим, но и человеческим потенциалом предприятия.

Цель автоматизации и цифровизации оценки производительностью труда наукоемкого предприятия – повысить производительность

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» И. А. Елизарова.

труда. С помощью автоматизированной системы вычисляем уровень производительности, проводим факторный анализ и выявляем резервы повышения производительности труда; рассчитываем и утверждаем нормы труда и нормы научных работ, проводим их мониторинг. Все это дает возможность активно и рационально воздействовать на процесс производства. Для достижения поставленной цели необходимо: выполнить исследование предметной области, разработать концепцию автоматизированной системы, выполнить проектирование системы.

Обоснование проектных решений задачи. Информационное обеспечение – это совокупность информации, необходимой для нормального функционирования автоматизированной системы, представленная в заданной форме. Информационное обеспечение – это с одной стороны собственно информация, независимо от формы и способа ее представления, а с другой стороны – это все, что связано с базой данных, т.е. структура, целостность, администрирование и т.д. Информационное обеспечение состоит из внутримашинного, которое включает массивы данных (входные, промежуточные, выходные), программы для решения задач, и внешнемашинного, которое включает системы классификации и кодирования оперативных документов, нормативно-справочной информации (НСИ). Информационная база в системе «Оценка производительности труда» реализована в виде базы данных. При помощи программ редакторов баз данных можно просмотреть структуру и модифицировать базу данных. При помощи базы данных возможно организовать контроль доступа к данным, многоуровневую защиту данных.

Программное обеспечение предназначено для подготовки задач к машинному решению, для организации и контроля вычислительного процесса, для обеспечения эффективного прохождения задач. Представленная система разрабатывается посредством выбранного пакета Microsoft Visual Studio 6.0 и язык Visual C++. Ввод данных осуществляется в стандарте GUI (Graphics User's Interface) – графического пользовательского интерфейса. Visual C++ является средой разработки, которая использует многие передовые идеи и концепции, заложенные в графическом интерфейсе пользователя Windows. Visual C++ предоставляет широкие возможности управления приложением, которые тесно связаны с самой Windows.

Источником исходной информации для системы являются данные, которые поступают из отделов предприятия. Из планового отдела в систему поступает план производства; из бухгалтерии – фонд оплаты

труда; из отдела технического контроля – акт о браке продукции; из подразделений предприятия – инвентарные карточки учета основных средств, отчет о выпуске продукции; из отдела НИОКР – календарный план выполнения НИОКР, смета затрат на выполнение НИОКР, формы индивидуальных оценок экспертов. Остальная необходимая для расчета производительности информация имеется в отделе по управлению персоналом в электронном виде. За счет универсальности используемых технических средств обеспечивается технологическая, методологическая и организационная интеграция информационных систем в виде сети автоматизированных рабочих мест.

После того, как необходимая информация собрана, она вносится в базу данных. Обработка информации будет осуществляться при помощи разработанной автоматизированной системы и информационной технологии управления. Выдача информации пользователям может производиться в двух вариантах: на экран или в виде печатных документов. Выбор этих вариантов выдачи информации неслучаен, так как они позволяют при необходимости печатать нужные документы, а когда эта необходимость отсутствует – выводить их на экран. Такая передача данных обеспечивает необходимую скорость передачи, надежность и защищенность информации.

Программная реализация комплекса задач. Разработка модели данных проводилась с использованием программного пакета ERWin, который используется при моделировании и создании баз данных произвольной сложности на основе диаграмм «сущность–связь», отражающих основные объекты предметной области и связи между ними.

Система взаимодействует со следующими внешними сущностями: бухгалтерия, плановый отдел, отдел технического контроля, сбыт, отдел по управлению персоналом, подразделения. Данные, поступающие от внешних сущностей, преобразуются в отчеты о результатах деятельности. Результаты учета записываются в БД, откуда они могут извлекаться для формирования отчетов.

Входными документами в данной системе являются: План производства, производственный календарь, штатное расписание, акт о браке продукции, карточка сотрудника, табель учета рабочего времени, фонд оплаты труда, инвентарные карточки учета основных средств, справочник работ, отчет о выпуске продукции, формы индивидуальных оценок экспертов, календарный план выполнения НИОКР, смета затрат на выполнение НИОКР.

На выходе системы образуется резульатная информация, представленная в виде следующих отчетов: расчетный лист производительности труда, отчет о приросте производительности труда по факторам, норма времени, норма обслуживания, норма выработки, норма численности, нормированное задание, отчет о выявленных резервах, план производительности труда, норма трудоемкости на научные работы.

Структурная схема программного комплекса представлена в виде диаграмм потоков данных (рис. 1). Диаграммы потоков данных являются основным средством моделирования функциональных требований проектируемой системы. С их помощью эти требования разбиваются на функциональные компоненты (процессы) и представляются в виде сети, связанной потоками данных. Главная цель таких средств – продемонстрировать, как каждый процесс преобразует свои входные данные в выходные, а также выявить отношения между этими процессами.

Процесс «Оценить производительность труда» представляет собой расчет производительности, определение норм по труду, проведение факторного анализа, выявление резервов повышения производительности, анализ динамики производительности труда и составление плана производительности труда. Данный процесс, в свою очередь, состоит из нескольких процессов.

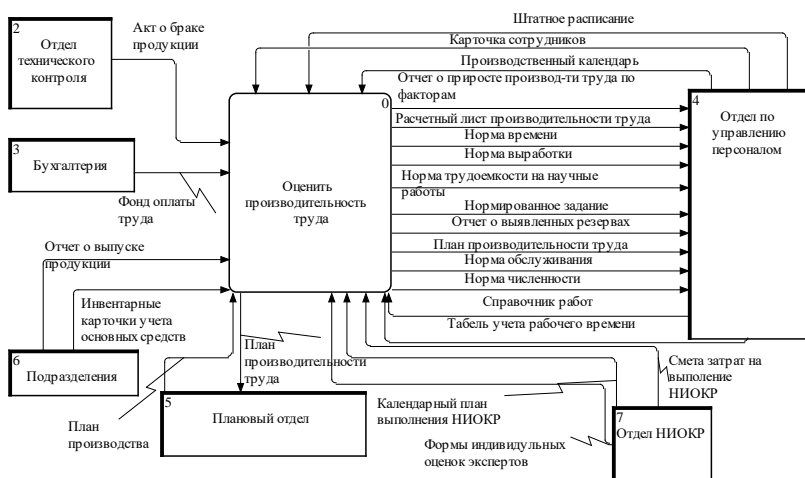


Рис. 1. Оценить производительность труда

Автоматизированная система разбивается на следующие основные функциональные блоки:

1. Сгруппировать и записать в базу данных входную информацию. Все входные документы регистрируются в системе.

2. Определить производительность труда. Этот процесс требует следующих входных документов: «План производства», «Фонд оплаты труда», «Штатное расписание», «Отчет о выпуске готовой продукции», «Акт о браке», «Справочник работ», «Карточка сотрудника», «Производственный календарь». Результатом данного процесса будут являться следующие выходные данные: «Выработка», «Трудоемкость», «Многофакторные показатели», «Процент повышения производительности труда»; «Плановая численность сотрудников»; «Экономия численности работающих», «Прирост производительности труда»; «Методические рекомендации по использованию выявленных резервов». Все эти данные по желанию сотрудников отдела по управлению персоналом будут генерироваться в отчеты (Расчетный лист производительности труда, Отчет о приросте производительности труда по факторам, Отчет о выявленных резервах, План производительности труда), и выводиться на печать.

3. Рассчитать нормы по труду. Этот процесс требует следующих входных документов: «Штатное расписание», «Справочник работ», «Карточка сотрудника», «Табель учета рабочего времени», «Производственный календарь», «Фонд оплаты труда», «План производства», «Инвентарные карточки учета основных средств», «Формы индивидуальных оценок экспертов», «Календарный план выполнения НИОКР», «Смета затрат выполнения НИОКР». Результатом данного процесса будут являться следующие выходные данные: «Норма времени», «Норма выработки», «Нормированное задание», «Норма обслуживания», «Норма численности», «Норма трудоемкости на научные работы». Эти отчеты будут сохраняться в базе данных «Рабочее время» и по желанию сотрудников отдела по управлению персоналом будут генерироваться в отчеты и выводиться на печать.

4. Сгенерировать отчеты.

Затем осуществляется декомпозиция процесса «Рассчитать производительность» на диаграмме второго уровня и т.д.

Главное меню программы содержит следующие пункты:

1. «Входные данные». Содержит документы, которые нужны для дальнейших расчетов, производимых системой.

2. «Сотрудник» – «Выбрать сотрудника». Служит для выбора сотрудника предприятия, производительность которого надо вычислить.

3. При активации пункта «Расчеты» система производит все необходимые расчеты: расчет производительности труда, определение норм труда, проведение факторного анализа, выявление резервов, составление плана производительности труда. После произведенных расчетов пользователю выдаются экранные формы системы с расчетами.

4. «Отчеты». Служит для выбора необходимого отчета. При выборе подпункта «Печать» пользователь сможет распечатать нужный ему отчет.

5. «Справка»,

6. «Выход» служит для выхода из программы.

Заключение. Автоматизированная система «Оценка производительности труда» позволяет повысить производительность за счет произведенных расчетов и аналитической обработки. Система используется сотрудниками отдела по управлению персоналом и ведется на основе входных документов. Эти документы поступают из планового отдела, бухгалтерии, отдела технического контроля и других подразделений предприятия. Процесс обработки расчетов выполняется под контролем администратора системы.

Список литературы

1. Дмитриевский, Б. С. Автоматизированные информационные системы управления инновационным наукоемким предприятием / Б. С. Дмитриевский – М. : Машиностроение-1, 2006. – 156 с.

*Кафедра «Информационные процессы и управление»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

СОДЕРЖАНИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

1. *Тришина А. В., Сафонова Н. О.* ПОДБОР ПАВ МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ГИДРОФОБИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ПИГМЕНТОВ 3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

2. *Архипов А. Е.* РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В КОМПЛЕКСНЫЕ ТРЕНАЖЕРНЫЕ, ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ И МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ СИСТЕМЫ 7
3. *Краюхин С. Б.* АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАМКАХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ КОРРУПЦИИ 10

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

4. *Вольф И. Д.* РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ УГЛЕКИСЛОТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ 15
5. *Еськова М. А., Устинская Я. В., Стехин Д. С.* ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛИ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ 18
6. *Маишук В. В.* ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА СЫРА ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА 22
7. *Стехин Д. С., Еськова М. А.* ВОПРОСЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ 26
8. *Стромова Н. А., Татаринцева В. Н.* АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА 30
9. *Таранюк Е. В., Татаринцева В. Н.* СОВРЕМЕННЫЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ АНАЛИЗА МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 34
10. *Татаринцева В. Н., Стромова Н. А., Таранюк Е. В.* АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКА ПОСЛЕСПИРТОВОЙ МЕЛАССНОЙ БАРДЫ 38
11. *Устинская Я. В., Еськова М. А.* ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ 42

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЕ

12. *Калинин Д. И.* МЕТОДЫ И СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ КОРПУСНЫХ ИЗДЕЛИЙ 46
13. *Мухортов П. А.* ВИДЫ ПОРОКОВ ДРЕВЕСИНЫ 50
14. *Нескоромная Е. А., Бабкин А. В., Курносов Д. А., Мкртчян Э. С.* ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГРАФЕНОвого НАНОКОМПОЗИТА 54

15. *Парамонова Н. В., Хробак А. В., Иконников В. С.* ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИК-НАГРЕВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГРАФЕНОМ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ В ЖКХ 58
16. *Рыбина А. А., Алейников И. К.* ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНОЙ УГЛЕРОДНОЙ ФАЗЫ НА ЗАЩИТНУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ 62
17. *Скоков А. А.* МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ 66

БИОТЕХНОЛОГИЯ, МЕДИЦИНА

18. *Иванова Э. С., Бочарова А. Н., Скоморохова А. И.* КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОТХОДНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТЫКВЫ СОРТА «МИЧУРИНСКАЯ» 69
19. *Бочарова А. Н., Иванова Э. С.* СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И АППАРАТНОГО ОФОРМЛЕНИЯ БЕЗОТХОДНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТОПИНАМБУРА ЦЧР 73
20. *Неверов Н. А., Андрианов Д. И.* РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ Р- И Т-ЗУБЦОВ КАРДИОГРАММЫ 76

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

21. *Шушпанников М. В., Гуськов А. А., Попов Н. А.* СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И АППАРАТНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ВАКУУМНО-ИМПУЛЬСНОЙ ЭКСТРАКЦИОННО-ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ 80

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

22. *Кузнецова Д. О.* РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ СОВРЕМЕННОГО РЕМОНТНОГО АНТИКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ 84
23. *Язубов В. С.* САМОРЕГУЛИРУЕМЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРЕВАТЕЛИ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ, ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ 88

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО, ТРАНСПОРТ

24. *Аверина Т. О.* СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАЛЬНЫХ КАРКАСОВ 93
25. *Альджабуи Д. З., Салех Гатас* КОМПОЗИТНАЯ АРМАТУРА НА ОСНОВЕ СТЕКЛЯННЫХ И УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН 97
26. *Бин Альшук Амар М. А.* ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ В КОНСТРУКЦИИ СТЕН ДЛЯ ЗДАНИЙ ЙЕМЕНА 100
27. *Данилов В. М., Горохов Т. И., Чеканов А. И., Попов М. А.* ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ НАПРЯЖЕНИЯ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА ПРИ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ 103
28. *Карташова С. В. Г. К.* ЛУКОМСКИЙ О СВОЕОБРАЗИИ ПРОВИНЦИАЛЬ- 107

НОЙ АРХИТЕКТУРЫ КОНЦА XIX СТОЛЕТИЯ	
29. <i>Карташова Г. В., Березенко А. С., Дмитренко Л. Г.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОЛГО- ВЕЧНОСТИ КИРПИЧНЫХ СТЕН В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИСТО- РИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ	111
30. <i>Кузнецов В. А.</i> ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «SMART HOUSE» В КАРКАСНО- ПАНЕЛЬНЫЙ ДОМ	116
31. <i>Кузнецова Ю. И., Матвеева И. В.</i> СОЗДАНИЕ КОМФОРТНОЙ АКУСТИЧЕ- СКОЙ СРЕДЫ В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЕТСКИХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ШКОЛ	120
32. <i>Михалев М. О.</i> ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬ- НЫХ СООРУЖЕНИЯХ	124
33. <i>Чеканов А. И., Данилов В. М., Горохов Т. И. А. В.</i> ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ НАПРЯЖЕНИЯ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА ПРИ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ	128
34. <i>Якунина Е. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКОЛОГИЧНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	132
35. <i>Якунина Е. А.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	136
ЭКОНОМИКА. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ	
36. <i>Василевский К. С.</i> АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТ- РОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА	140
37. <i>Василевский К. С., Канавалов И. А.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА НАУКОЕМКОМ ПРЕД- ПРИЯТИИ	144

Научное электронное издание

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Сборник научных статей
молодых ученых, аспирантов и студентов

Выпуск X

Редактор Е. С. М о р д а с о в а
Инженер по компьютерному макетированию Т. Ю. З о т о в а

ISBN 978-5-8265-1982-0



Подписано к использованию 07.12.2018.

Тираж 50 шт. Заказ № 314

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106, к. 14.
Тел./факс (4752) 63-81-08, 63-81-33.
E-mail: izdatelstvo@admin.tstu.ru