

Федеральный исследовательский центр «КазНЦ РАН»
Инновационно-производственный технопарк «Идея»
Академия наук Республики Татарстан
Инвестиционно-венчурный фонд РТ

**XII КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
“Молодежь и инновации Татарстана”**

17 октября 2019 года

сборник материалов

Казань - 2019

УДК 544 (047.3)
ББК 24.3
К 65

Конференция организована при поддержке дирекции КФТИ – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН

Печатается в авторской редакции
Технический редактор: И.В. Яцык

К 65 Конференция молодых ученых «Молодежь и инновации Татарстана», 17 октября 2019 года. // Сборник материалов конференции. – Казань: 2019. – 70 с.

В данном сборнике содержатся материалы, представленные на конференцию молодых ученых «Молодежь и инновации Татарстана», проходившую 17 октября 2019 года. Тематика публикуемых работ охватывает широкий круг научных и прикладных проблем, которые исследуются в республике Татарстан.

Адресуется специалистам в области физики конденсированных состояний, радиоспектроскопии, молекулярной фотохимии, оптики кристаллов, медикам и биологам, а также аспирантам, магистрантам и студентам естественно - научных специальностей университетов.

ББК 24.3
© Авторы, 2019

ПРОГРАММНЫЙ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ:

Синяшин О.Г., Директор ФИЦ КазНЦ РАН, академик РАН

Калачев А.А., Руководитель КФТИ им. Е.К. Завойского ФИЦ КазНЦ РАН, профессор РАН

Салихов К.М., научный руководитель КФТИ им. Е.К. Завойского ФИЦ КазНЦ РАН, академик РАН

Ибрагимов О.Е., Генеральный директор ЗАО «Инновационно-производственный Технопарк «Идея»

Арсланов В.А., Советник Президиума АН РТ, к.т.н.

Гараева Р.Р., начальник отдела развития инновационной деятельности Инвестиционно-венчурного фонда РТ

Гайнуллина Ф.К., начальник отдела развития инновационных программ ЗАО «Инновационно-производственный Технопарк «Идея»

Баскевич П.П., директор по инновациям АО КНИАТ

Воробьев Ю.Н., начальник отдела ГУП РТ ЦНТИ

Фаттахов Я.В., заведующий лабораторией ММФ КФТИ им. Е.К. Завойского ФИЦ КазНЦ РАН, к.ф.-м.н.

Воронкова В.К., заведующая лабораторией СФСХ КФТИ им. Е.К. Завойского ФИЦ КазНЦ РАН, д.ф.-м.н.

Тарасов В.Ф., заведующий лабораторией РД КФТИ им. Е.К. Завойского ФИЦ КазНЦ РАН, д.ф.-м.н.

Коновалов Д.А., научный сотрудник КФТИ им. Е.К. Завойского ФИЦ КазНЦ РАН, к.т.н.

Шапошникова Т.С., старший научный сотрудник КФТИ им. Е.К. Завойского ФИЦ КазНЦ РАН, к.ф.-м.н.

Яцык И.В., старший научный сотрудник КФТИ им. Е.К. Завойского ФИЦ КазНЦ РАН, к.ф.-м.н.

Содержание

Н1. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ..... 7

Д. Р.Алукаев *Облачная платформа для детектирования патологий на биомедицинских изображениях с помощью нейронных сетей* 9

Л. Р. Мифтахутдинова *Разработка smart-технологии для реализации всемирной инициативы CDIO в строительном образовании* 13

Д. А. Тукмаков *Численное моделирование динамики электрически заряженной неоднородной среды примирительно к процессу создания дисперсных капсулированных композитных материалов*..... 17

Н2. МЕДИЦИНА И ТЕХНОЛОГИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ... 21

Р. Р. Рахматуллин *Новые производные изатина: синтез, взаимодействие с аммониевыми ацетогидразидами и антимикробная активность* 23

Р. Р. Разакова *Фторсодержащие аммониевые изатин-3-ацилгидразоны: синтез и исследование антимикробной активности*..... 25

М.Я. Фаттахова *Разработка программно-аппаратного комплекса для реабилитации пациентов с нарушениями голосо-речевой функции* 27

Н3. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ..... 31

Р. Г. Гайнетдинов *Методика испытаний ферм из тонкостенных холодногнутых профилей пролетом 24 м и результаты экспериментальных исследований*..... 33

Р. Ф. Ликеров *Новые материалы для квантовой памяти*..... 37

А. В. Шестаков *Разработка применения кристалла $Hg_{1-x}Mn_xTe$ в микроэлектронике в качестве термистора и датчика магнитного поля*..... 39

Н5. БИОТЕХНОЛОГИИ 41

Е.Г. Ананиадис *Использование белковых гидролизатов при производстве мясных продуктов*..... 43

Е.С. Стогниенко *Разработка метода неинвазивной диагностики болезней корнеплодов сахарной свеклы с помощью магнитно-резонансной томографии*..... 45

А.Ф. Хасанова *Использование заквасок молочнокислых микроорганизмов при производстве мясной продукции*..... 48

Д. В. Хрундин *Возможность использования пектинов в технологии мясных продуктов*..... 50

М.И. Яфасова <i>Разработка рецептуры мясных продуктов с использованием биомодифицированного низкосортного мясного сырья.....</i>	52
№6. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА.....	55
Г.М. Бикбулатова <i>Применение отходов растительной биомассы в качестве композиционного битумного вяжущего для дорожного строительства.....</i>	57
А.А. Кабиров <i>Разработка способа осаждения аэрозоля в волновом поле в каналах прямоугольного сечения применительно к миниградирням.....</i>	61
Н.П. Местников <i>Разработка гибридной электростанции для мобильных и отдаленных стационарных объектов потребления электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии арктического исполнения.....</i>	64
С.А. Пушкин <i>Термическая переработка лузги подсолнечника с получением товарных продуктов (уксусной кислоты).....</i>	68

И1. Цифровые технологии

ОБЛАЧНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПАТОЛОГИЙ НА БИМЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Д.Р.Алукаев

Студент Университета Иннополис, Бакалавриат 1 курс
e-mail: d.alukaev@innopolis.university

1. ВВЕДЕНИЕ

Целью НИОКР является разработка новой архитектуры нейронной сети для детектирования патологий на биомедицинских изображениях. Конечным продуктом выступит облачная платформа, представляющая собой инструмент для анализа медицинских изображений. Такая платформа может быть сопряжена с медицинским диагностическим оборудованием, а также может быть встроена в систему поддержки принятия врачебных решений медицинского учреждения. Нейронная сеть используется в качестве виртуального ассистента и направлена на повышение точности диагностирования патологий, в том числе злокачественных новообразований на ранних стадиях. Таким образом, веб-сервис решает задачу потокового обследования медицинских изображений с помощью математических методов и машинного обучения. Успешное внедрение данной системы позволит повысить точность и скорость диагностирования заболеваний.

Облачная платформа для детектирования патологий на биомедицинских изображениях с помощью нейронных сетей направлена на ускорение процесса обработки биомедицинских изображений врачом, а также повышение точности выявления патологий. Программный продукт включает в себя DICOM-viewer, средства для разметки медицинского изображения, математическую модель для анализа медицинских изображений на основе нейронных сетей, инструменты для визуализации выявленных подозрительных образований.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Обработка цифровых медицинских изображений.

Основными партнерами и потенциальными покупателями выступят медучреждения и производители компьютерных и магнитно-резонансных томографов, а также страховые компании. К разработке выражен интерес со стороны НМИЦ онкологии им.Н.Н.Петрова, а также представителей Городской клинической больницы № 7 города Казани. Планиру-

ются предварительные переговоры с представителями производителя отечественных компьютерных и магнитно-резонансных томографов.

3. НАУЧНАЯ НОВИЗНА

3.1. Искусственный нейрон

Разработана модель искусственного нейрона, сочетающая признаки нейрона МакКаллока-Питса и физиологического нейрона и используемая для повышения надежности распознавания объектов, а также достижения быстродействия за счёт обработки данных без весового взвешивания. Такой нейрон основан на многомерной процедуре группирования однородных входных сигналов и последующем группировании выходных сигналов. Его основная задача — выступать в качестве функционального базового элемента промежуточных активационных слоев в составе нейроморфной системы. Решение данной задачи достигается за счет изменения вида группирования и числа выходных каналов связи нейрона.

3.2. Архитектура

Разработана иерархическая архитектура нейроморфной систем, увеличивающая скорость обучения нейроморфной системы и решающая задачи классификации и сегментации биомедицинских изображений. Архитектура состоит из стягивающего пути для выделения контекста и расширяющегося пути, позволяющего осуществить точное сегментирование для определения локализации патологии.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Решение представляет собой облачную платформу для выявления различных патологий, в том числе злокачественных новообразований на ранних стадиях. Продукт способен интегрироваться в диагностическое оборудование, а также систему поддержки принятия врачебных решений медицинского учреждения. Программный продукт включает в себя мультимодальный DICOM-viewer для просмотра биомедицинских изображений. Нейронные сети позволяют детектировать патологии на медицинских снимках, предоставляя специалисту информацию о их локализации, типе и размере. Инструменты визуализации выделяют участки изображения требующие внимания специалиста. Кроме того, врач имеет возможность проверять отмеченные программой участки, подтверждая или опровергая результаты работы платформы. Таким образом, система обучается не только посредством обработки большого объема биомедицинских изображений, но и в процессе взаимодействия с врачами. В

планах создание математической модели для автоматического определения группы риска пациента по истории его болезни.

4.1. Сравнение с аналогами

1. Результат использованной в веб-сервисе архитектуры нейронной сети при решении задачи детектирования онкологии на КТ-снимках — 0.871 AUC; у ближайших конкурентов: Botkin AI — 0.911 AUC, что обусловлено большей величиной набора данных, Celsus.ai — 0.710 AUC. При должном развитии и обучении разработанная архитектура нейроморфной системы покажет большую чувствительность и специфичность, что приведет к повышению точности.

2. Продукты конкурентов не обладают возможностью переобучать нейронную сеть динамически, поэтому для увеличения точности и обработки новых данных они производят повторное обучение на всем наборе данных. Разработанный в рамках НИОКР алгоритм работы с данными решает задачу динамического переобучения. Такой подход значительно сэкономит вычислительные ресурсы сервера и может привести к увеличению точности системы в целом.

3. Ближайшие аналоги (Третье Мнение, Botkin AI, Celsus.ai) используют несколько нейронных сетей для сегментирования снимков МРТ, КТ и рентгена. Напротив, обучение архитектуры нейронной сети, разработанной в рамках НИОКР, может производиться на общем наборе данных, состоящем из снимков МРТ и КТ. Также она позволит сегментировать изображения обоих типов без потери точности. Такой подход значительно сэкономит вычислительные ресурсы сервера и уменьшит требуемое количество объемных медицинских изображений для достижения определенной точности.

4. Возможность интеграции решения в систему поддержки принятия врачебных решений медицинского учреждения, а также программного обеспечения томографов ввиду платформенности решения.

5. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НИР

Ввиду малой информативности биомедицинских изображений (низкодозное КТ, низкочастотное МРТ, рентген) часто патология может оставаться незамеченной. Определяющим фактором достоверности диагностики заболевания является квалификация врача. Но в результате пересмотра диагностических снимков экспертом часто первичный диагноз оказывается ошибочным. Это и является причиной позднего выявления патологии. Предлагаемый веб-сервис призван снизить человеческий фактор, а также сократить расходы при помощи нейронных сетей. Стоит отметить, что постановку диагноза врачом нейронная сеть не отменяет, однако может помочь сделать процедуру оперативнее и точнее. Стоит

воспринимать это как независимое третье мнение, как коллегу, ассистента врача.

Такой подход значительно сэкономит вычислительные ресурсы сервера и уменьшит требуемое количество объемных медицинских изображений для достижения определенной точности. Проект нуждается в серьёзных статистических исследованиях и расширении набора данных. Планируются исследования в области математического моделирования по выявлению предрасположенности пациента к определенной группе риска путем кластерного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] O.Ronneberger, P.Fischer, T.Brox, *U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation*, Academic, Freiburg (2015).
- [2] D.C.Ciresan, L.M.Gambardella, A.Giusti, J.Schmidhuber: *Deep neural networks segment neuronal membranes in electron microscopy images*. In: NIPS. pp.2852–2860 (2012)).
- [3] M.Seyedhosseini, M.Sajjadi, T.Tasdizen: *Image segmentation with cascaded hierarchical models and logistic disjunctive normal networks*. In: Computer Vision (ICCV), 2013 IEEE International Conference on. pp. 2168–2175 (2013)
- [4] J.Long, E.Shelhamer, T.Darrell: *Fully convolutional networks for semantic segmentation* (2014).
- [5] K.Simonyan, A. Zisserman: *Very deep convolutional networks for large-scale image recognition*. Academic. Oxford(2015).

РАЗРАБОТКА SMART-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ВСЕМИРНОЙ ИНИЦИАТИВЫ CDIO В СТРОИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Лия Робертовна Мифтахутдинова

**420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, 1,
Казанский государственный архитектурно-строительный универси-
тет, Институт строительства, студентка, группа 8ПГ07
miftakhutdinova.liya@mail.ru**

1. ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование строительного образования в рамках междуна-родного проекта CDIO востребовало внедрение Smart-технологий в процесс обучения [1]. CDIO выдвинул Всемирную инициативу (The CDIO™ Initiative: Conceive - Design - Implement - Operate) по повыше-нию качества и результативности инженерных образовательных про-грамм, приведению их в соответствие с требованиями современного производства. Всемирная инициатива CDIO направлена на формирова-ние способности студентов обеспечивать сопровождение комплексных инженерных продуктов, процессов и систем в современной среде на протяжении всего жизненного цикла («планировать (Conceive) - проек-тировать (Design) - производить (Implement) - применять (Operate)») и осознавать ответственность за экономические, экологические и техно-логические последствия своих действий.

В строительном образовании эффективным средством реализации Всемирной инициативы CDIO стали Smart-технологии. Основные ха-рактеристики Smart-технологий составляют: кросс-платформенность, предусматривающая совместимость программного обеспечения для различных операционных систем смарт-устройств; непрерывность и простота доступа к учебному материалу; мобильность и высокая ско-рость обновления учебного материала, обеспечение его целостности; интеграция науки, техники, управления знаниями на основе общих стандартов описания данных [2].

Цель проекта - разработать виртуальную строительную площадку для формирования компетенции по безопасности труда.

2. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методологической основой проекта станут функциональный и процессный подходы. Функциональный подход позволит выяснить структурные компоненты Smart-технологии и разработать образец вир-

туальной строительной площадки для формирования компетенции по безопасности труда. Структурообразующие компоненты виртуальной строительной площадки: (1) электронная библиотека; (2) фото-видеотека; (3) диагностика (вопросы, задания, тесты, упражнения) [2]. Процессный подход позволит установить между компонентами технологии взаимосвязи и создать мультимедийный атлас по обеспечению безопасности труда на строительной площадке [3].

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

Виртуальная строительная площадка - это электронное средство педагогического управления умной интерактивной образовательной средой, (1) включающее учебный материал, отобранный для решения конкретной образовательной задачи (формирование компетенции по безопасности труда) и структурированный на основе методик искусственного интеллекта, (2) предусматривающее индивидуальные и групповые формы проектно-конструкторской и экспериментальной деятельности, (3) формирование портфолио студента по созданию инженерных продуктов (см. рис. 1).

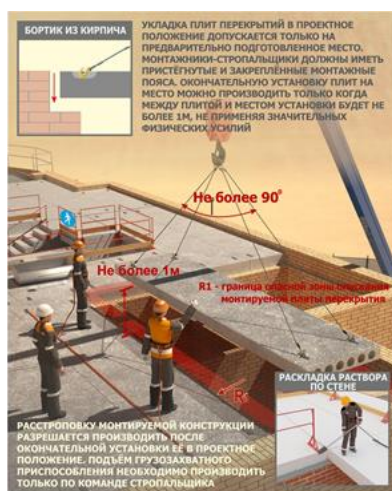


Рисунок 1. Фрагмент виртуальной строительной площадки

Из рисунка 1 видно, что виртуальная строительная площадка позволит повысить качество и интенсификацию образования, максимально разнообразить электронные средства обучения, персонализировать образовательный процесс, освоить методы и средства получения, хранения, переработки информации, приобрести навыки работы с информацией в глобальных компьютерных сетях.

Мультимедийный атлас - интерактивное издание, в котором равноправно и взаимосвязано присутствует информация различных видов для решения определенных образовательных задач (см. рис.2).



Рисунок 2. Трехмерный плакат по безопасному производству работ

Из рисунка 2 видно, что мультимедийный атлас позволяет: организовать обратную связь между субъектами образования, а также участие студентов в разработке инженерных продуктов; увеличить объем самостоятельной индивидуальной и групповой работы; обеспечить непрерывное развитие компетенций и формирование профессиональной индивидуальности студентов.

4. ИННОВАЦИОННОСТЬ ПРОЕКТА

Применение Smart-технологий позволит: 1) структурировать знания о безопасности труда; осознать ценность и значение безопасности труда на производстве; сформировать устойчивую направленность будущих инженеров-строителей на предупреждение производственного травматизма, выполнение работ безопасными методами; 2) ознакомить студентов с разными производственными ситуациями и сформировать умения и навыки, обеспечивающие безопасную и безаварийную работу, а также сформировать ассоциации, отражающие объективные связи и отношения между производственными процессами и отдельными операциями; причиной и следствием создания опасных и аварийных ситуаций, способных привести к несчастным случаям и травматизму.

5. ТЕКУЩИЕ ДОСТИЖЕНИЯ ПРОЕКТА

По теме проекта разработаны трехмерные программные продукты (мультимедийно-обучающий комплекс); организован веб-сайт «Охрана и безопасность труда» <http://www.safe-work.ru/> Подготовлены и успешно представлены презентации для международных специализированных выставок «Безопасность и охрана труда» с 2007 по 2019 гг.

6. БИЗНЕС-МОДЕЛЬ ПРОЕКТА

Потенциальные потребители проекта: образовательные организации, осуществляющие подготовку специалистов в сфере строительства; организации дополнительного образования, осуществляющие корпоративное обучение, переподготовку и повышение квалификации специалистов в сфере строительства.

Объем инвестиций необходим для приобретения программного обеспечения 3ds Max 2020, мощных компьютеров. Срок окупаемости проекта – 1-1,5 года и должен быть уточнен на стадиях внедрения. Реализация проекта и достижение поставленной цели в течение планируемого года не вызывает сомнений и риски на данном этапе отсутствуют. Дальнейшее развитие мы связываем с результатами маркетинговых исследований.

Реализация проекта расширит применение интеллектуальных технологий в профессиональной подготовке, обеспечить приобретение будущими специалистами опыта проектно-конструкторской и экспериментальной деятельности по технологии монтажа, наладки, эксплуатации инженерных систем и оборудования строительных объектов на основе межотраслевых правил по безопасности труда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] CDIO <http://www.cdio.org/> (дата обращения 12.10.2019)
- [2] Terentyeva, I. V., Pugacheva, N. B., Luchinina, A. O., Khalmetov, T. A., Safin, N. M., & Shaydullina, A. N. (2019). Selection and Structuring of Training Multimedia Educational Materials for University Students: Practical Recommendations. *International Journal of Instruction*, 12(3), 759-780. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12346a> (дата обращения 12.10.2019)
- [3] Бадрутдинов М.Н., Шарафутдинов Д.К. Электронная информационно-справочная система по организации и обеспечению безопасности погрузочно-разгрузочных работ грузоподъемными кранами при строительстве и ремонте объектов магистральных газопроводов // *Электронный научный журнал Нефтегазовое дело*. 2018. № 6. С. 160-178.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИ ЗАРЯЖЕННОЙ НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИМЕРИТЕЛЬНО К ПРОЦЕССУ СОЗДАНИЯ ДИСПЕРСНЫХ КАПСУЛИРОВАННЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Тукмаков Д.А.

*ИММ – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ
РАН (420111, г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31*

)

e-mail: tukmakovDA@imm.knc.ru

1. ВВЕДЕНИЕ

Многие природные явления и процессы, протекающие в технике связаны с движением сплошных сред являющихся неоднородными по своим механическим и физико-химическим свойствам в связи с этим одним из важных разделов современной механики жидкости и газа является динамика неоднородных сред [1,2]. При этом экспериментальное исследование динамических процессов в неоднородных средах в ряде случаев затруднено, и изучение таких сред требуют создания математических моделей. Неоднородные среды могут быть смесью компонент, имеющих одинаковое агрегатное состояние – гомогенными смесями или же объединением компонент с разными агрегатными состояниями – гетерогенными смесями, что является наиболее сложным в плане математического моделирования. Учёт межфазного взаимодействия тем более важен если различные компоненты смеси имеют сопоставимые массовые доли, в таких смесях наблюдаются эффекты отличные от эффектов, выявленных в классической аэро и гидромеханики [3]. Примером таких смесей могут быть взвеси твёрдых или жидких дисперсных включений в газе-аэрозолей и газовзвесей. Среда, состоящие из взвешенных в газе твёрдых частиц называются, газовзвесями или же запылёнными средами.

В то же время напыление порошковых материалов в электромагнитном поле требует математических моделей, учитывающих воздействие на гетерогенную смесь сил, имеющих как аэродинамическую, так и электромагнитную природу [4,5].

2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ.

Движение несущей среды описывается системой уравнений Навье-Стокса для сжимаемого теплопроводного газа с учетом межфазного силового взаимодействия и теплообмена:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\partial \rho_1}{\partial t} + \frac{\partial(\rho_1 u_1)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho_1 v_1)}{\partial y} = 0, \\
 & \frac{\partial(\rho_1 u_1)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_1 u_1^2 + p - \tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho_1 u_1 v_1 - \tau_{xy}) = -F_x + \alpha \frac{\partial p}{\partial x}, \\
 & \frac{\partial(\rho_1 v_1)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_1 u_1 v_1 - \tau_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho_1 v_1^2 - \tau_{yy}) = -F_y + \alpha \frac{\partial p}{\partial y}, \quad (1) \\
 & \frac{\partial(e_1)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left([e_1 + p - \tau_{xx}]u_1 - \tau_{xy}v_1 + \lambda \frac{\partial T_1}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left([e_1 + p - \tau_{yy}]v_1 - \tau_{xy}u_1 + \lambda \frac{\partial T_1}{\partial y}\right) = \\
 & = Q_2 - |F_x|(u_1 - u_2) - |F_y|(v_1 - v_2) + \alpha \left(\frac{\partial(pu)}{\partial x} + \frac{\partial(pv)}{\partial y} \right), \\
 & \tau_{xx} = \mu \left(2 \frac{\partial u_1}{\partial x} - \frac{2}{3} D \right), \quad \tau_{yy} = \mu \left(2 \frac{\partial v_1}{\partial y} - \frac{2}{3} D \right), \quad \tau_{xy} = \mu \left(\frac{\partial u_1}{\partial y} + \frac{\partial v_1}{\partial x} \right), \\
 & D = \frac{\partial u_1}{\partial x} + \frac{\partial v_1}{\partial y}.
 \end{aligned}$$

Динамика дисперсной фазы описывается уравнением сохранения средней плотности, уравнениями сохранения составляющих импульса и уравнением сохранения энергии, записанными с учетом теплообмена, обмена импульсом с несущей фазой и с учетом силы Кулона, действующей на частицы дисперсной фазы:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\partial \rho_2}{\partial t} + \frac{\partial(\rho_2 u_2)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho_2 v_2)}{\partial y} = 0, \\
 & \frac{\partial(\rho_2 u_2)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_2 u_2^2) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho_2 u_2 v_2) = F_x - \alpha \frac{\partial p}{\partial x}, \quad (2) \\
 & \frac{\partial(\rho_2 v_2)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_2 u_2 v_2) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho_2 v_2^2) = F_y - \alpha \frac{\partial p}{\partial y}, \\
 & \frac{\partial(e_2)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(e_2 u_2) + \frac{\partial}{\partial y}(e_2 v_2) = -Q_2, \\
 & \rho_2 = \alpha_2 \rho_{20}, \quad e_2 = \rho_2 C_{v2} T_2, \\
 & \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = \rho q
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_x &= \frac{3}{4} \frac{\alpha}{(2r)} C_d \rho_1 \sqrt{(u_1 - u_2)^2 + (v_1 - v_2)^2} (u_1 - u_2) + \alpha \rho_1 \left(\frac{\partial u_1}{\partial t} + u_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial u_1}{\partial y} \right) \\
&+ 0.5 \alpha \rho_2 \left(\frac{\partial u_1}{\partial t} + u_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial u_1}{\partial y} - \frac{\partial u_2}{\partial t} - u_2 \frac{\partial u_2}{\partial x} - v_2 \frac{\partial u_2}{\partial y} \right) - q_0 \rho_2 \partial \varphi / \partial x, \\
F_y &= \frac{3}{4} \frac{\alpha}{(2r)} C_d \rho_1 \sqrt{(u_1 - u_2)^2 + (v_1 - v_2)^2} (v_1 - v_2) + \alpha \rho_1 \left(\frac{\partial v_1}{\partial t} + u_1 \frac{\partial v_1}{\partial x} + \right. \\
&\left. + v_1 \frac{\partial v_1}{\partial y} \right) + 0.5 \alpha \rho_2 \left(\frac{\partial v_1}{\partial t} + u_1 \frac{\partial v_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial v_1}{\partial y} - \frac{\partial v_2}{\partial t} - u_2 \frac{\partial v_2}{\partial x} - v_2 \frac{\partial v_2}{\partial y} \right) - q_0 \rho_2 \partial \varphi / \partial y - \rho_2 g,
\end{aligned}$$

$$V_i = [u_i, v_i], i = 1, 2; C_{d2} = \frac{24}{Re_{21}} + \frac{4}{Re_{21}^{0.5}} + 0.4, \quad ,$$

$$M_{21} = |\bar{V}_1 - \bar{V}_2| / c, \quad Re_{21} = \rho_1 |\bar{V}_1 - \bar{V}_2| 2r / \mu, \quad Pr = \gamma C_p \mu / \lambda$$

Здесь p , ρ_1 , u_1 , v_1 – давление, плотность, декартовы составляющие скорости несущей среды в направлении осей x и y соответственно; T_1 , e_1 – температура и полная энергия газа; ρ_2 , T_2 , e_2 , u_2 , v_2 – средняя плотность, температура, внутренняя энергия, декартовы составляющие скорости дисперсной фазы в направлении осей x , y . Температура несущей среды находится из уравнения $T_1 = (\gamma - 1)(e_1 / \rho_1 - 0.5(u_1^2 + v_1^2)) / R$, где R – газовая постоянная несущей фазы. Внутренняя энергия взвешенной в газе дисперсной фазы определяется как $e_2 = \rho_2 C_p T_2$, где C_p – удельная теплоемкость единицы массы вещества дисперсной фазы. В уравнение энергии для несущей фазы входит коэффициент теплопроводности газа, коэффициент теплообмена α^T на поверхности частица- несущая среда и тепловой поток за счет теплообмена между газом и частицей $Q_2 = \alpha^T 4\pi r^2 (T_1 - T_2) n = 6\alpha Nu \lambda (T_1 - T_2) / (2r)^2$, где $Nu = 2r\alpha^T / \lambda$. Число Нуссельта определяется с помощью известной аппроксимации в зависимости от относительных чисел Маха, Рейнольдса и от числа Прандтля [2]:

$$Nu = 2 \exp(-M_{20}) + 0.459 Re_{20}^{0.55} Pr^{0.33}, \quad 0 \leq M_{20} \leq 2, \quad 0 \leq Re_{20} < 2 \cdot 10^5.$$

Система уравнений дополнялась соответствующими начальными и граничными условиями. На границах расчетной области задавались граничные условия Дирихле для составляющих скорости несущей и дисперсной фазы и граничные условия Неймана для остальных функций [6-8].

Составляющие силы Кулона на единицу объема газозвеси определяются через ее удельный заряд, объемную плотность твердой фазы и напряженность электрического поля [4,5]. Потенциал

электрического поля в расчетной области определяется из решения уравнения Пуассона с граничными условиями Дирихле. В правой части уравнения Пуассона содержится плотность заряда газозвеси, отнесенная к абсолютной диэлектрической проницаемости несущей среды:

$$\operatorname{div} \mathbf{E} = \frac{\rho_{\text{эл}}}{\varepsilon \varepsilon_0}, \quad \mathbf{E} = -\bar{\nabla} \varphi, \quad \Delta^2 \varphi = -\frac{\rho_{\text{эл}}}{\varepsilon \varepsilon_0}, \quad \rho_{\text{эл}} = \rho_1 \cdot q, \quad \varepsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} \text{ Ф / м.}$$

где q_0 – удельный заряд единицы массы твердой фракции, φ – потенциал электрического поля.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Нигматулин Р.И. *Динамика многофазных сред*, Ч.1 Наука, (1987)
- [2] Кутушев А.Г. *Математическое моделирование волновых процессов в аэродисперсных и порошкообразных средах*, СПб.: Недра, (2003).
- [3] Тукмаков А.Л., Баянов Р.И, Тукмаков Д.А. *Течение полидисперсной газозвеси в канале, сопровождающееся коагуляцией в нелинейном волновом поле*, Теплофизика и аэромеханика, Т.22, (2015) 319.
- [4] Сальянов Ф.А. *Основы физики низкотемпературной плазмы, плазменных аппаратов и технологий*. М., Наука, (1997).
- [5] Тукмаков Д.А. *Математическая модель массопереноса и волновых процессов в плазме*, Сборник тезисов, материалы Двадцать третьей Всероссийской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых (ВНКСФ-23, Екатеринбург), Екатеринбург, издательство АСФ России, (2017),195.
- [6] Fletcher C.A., *Computation Techniques for Fluid Dynamics*, Springer-Verlang, Berlin, (1988).
- [7] Музафаров И.Ф., Утюжников С.В. *Применение компактных разностных схем к исследованию нестационарных течений сжимаемого газа*, Математическое моделирование, (1993), т.5, с.74.
- [8] Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырный П.И. *Вычислительные методы*, Т.2, М.: «Наука», (1977).

Н2. Медицина и технологии здоровьесбережения

НОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ИЗАТИНА: СИНТЕЗ, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С АММОНИЕВЫМИ АЦЕТОГИДРАЗИДАМИ И АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ

Р.Р.Рахматуллин², А.Р.Гильфанова², К.Р. Исхакова², С.В. Бухаров²
 А.В. Богданов¹

¹Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ
 РАН

420088, Россия, г. Казань, ул. Арбузова, д. 8

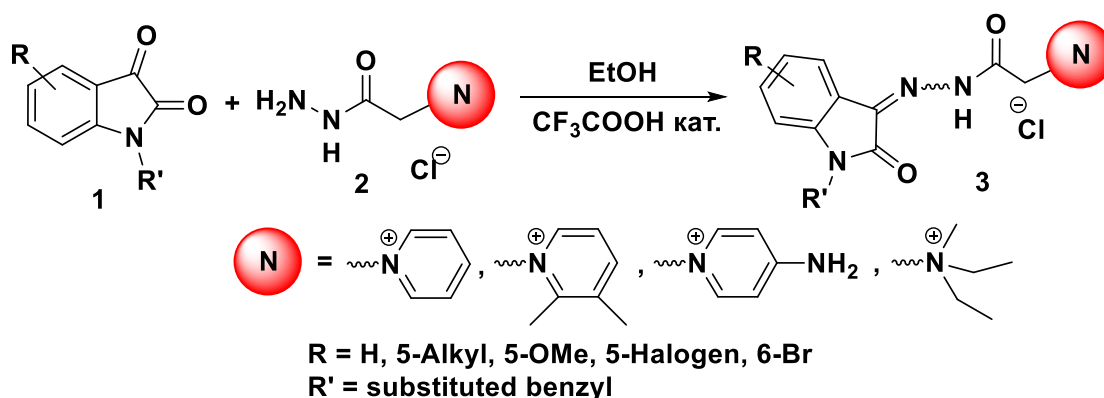
²Казанский национальный исследовательский технологический университет

420015, Россия, г. Казань, ул. К.Маркса, д. 68

e-mail: abogdanov@inbox.ru

Платформа изатина относится к классу “привилегированных структур”. В его молекуле имеется 2 реакционных центра, что делает его удобной базой для получения веществ, проявляющих биологическую активность. К примеру, основания Шиффа или Манниха изатина, согласно литературным данным, проявляют различные виды активности (противовирусную, антибактериальную, фунгицидную).

Однако актуальной остается проблема растворимости ацилгидразонов изатина в воде, что является главным условием для изучения их биологической активности.



В данной работе описывается синтез производных изатина **3** с различными аммониевыми ацетогидразидами **2**. Полученные ацилгидразоны обладают высокой растворимостью в воде и органических растворителях, обладают высокой антимикробной активностью при низкой цитотоксичности. В ходе исследований выявлено влияние природы заместителей как в положении 1, так и в бензо-фрагменте гетероцикла на уровень антимикробной активности. Установлено также значительное

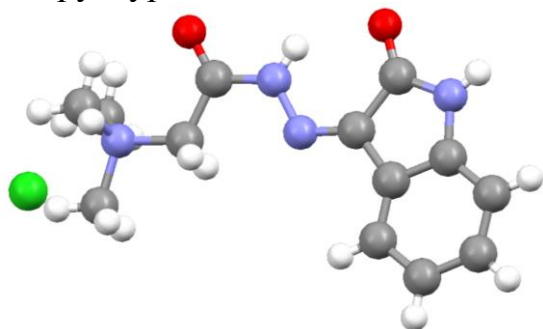
влияние заместителей в пиридиновом кольце гидразонного фрагмента, наличие которых усиливает антимикробную активность представленных соединений. Так, ацилгидразоны, содержащие метильную группу или атом галогена в ароматическом фрагменте, проявляют антимикробную активность в отношении тест-штаммов грамположительных бактерий *S. aureus 209p* и *B. cereus 8035* и дрожжеподобного гриба *C. albicans 855-653*, превосходя по бактериостатической активности препарат сравнения хлорамфеникол в 2-8 раз. Полученные данные указывают на перспективность дальнейших исследований данного типа изатин-3-гидразонов как потенциальных антимикробных препаратов (Табл. 1).

Таблица 1- Антимикробная активность некоторых соединений ^a

МИК – минимальные ингибирующие концентрации в мг/л						
<i>Sa</i>	<i>Bc</i>	<i>Ec</i>	<i>Pa</i>	<i>An</i>	<i>Tm</i>	<i>Ca</i>
7.8	7.8	>500	>500	>500	>500	31.3
15.6	>500	>500	>500	>500	>500	250
3.9	3.9	>500	>500	>500	>500	62.5
3.9	7.8	>500	>500	>500	>500	>500
3.9	7.8	>500	>500	>500	>500	>500
Бактерицидная и фунгицидная активность						
31.3	15.6	>500	>500	>500	>500	31.3
15.6	>500	>500	>500	>500	>500	250
31.3	62.5	>500	>500	>500	>500	125
7.8	62.5	>500	>500	>500	>500	>500
7.8	15.6	>500	>500	>500	>500	>500

^a Представлены данные гидроксibenзилированных 2,3-диметилпиридиновых изатин-3-ацилгидразонов

Строение всех полученных соединений доказано комплексом физико-химических методов исследования, в том числе, методом рентгеноструктурного анализа.



Строение изатин-3-ацилгидразона (R = 5-n-Bu, R' = H) по данным рентгеноструктурного анализа

Авторы благодарят ЦКП-САЦ ФИЦ КазНЦ РАН за техническую поддержку проведенных исследований

ФТОРСОДЕРЖАЩИЕ АММОНИЕВЫЕ ИЗАТИН-3-АЦИЛГИДРАЗОНЫ: СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ

Р.Р.Разакова¹, М.Е. Кадомцева², А.В. Богданов¹

¹Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН

420088, Россия, г. Казань, ул. Арбузова, д. 8

²Институт аграрных проблем РАН

410012, Россия, г. Саратов, ул. Московская, д. 94

e-mail: abogdanov@inbox.ru

Платформа оксиндола является удобным строительным блоком в синтезе функционализированных гетероциклических и открытоцепных структур (спирооксиндолов, индирубинов, изоиндиго, арилглиоксимидов и др.). Фрагмент индолин-2-она входит в качестве базовой субструктуры в многочисленные синтетические и природные биологически активные вещества. Постоянно растущее количество исследований по способам синтеза и модификации оксиндола обусловлено, прежде всего, проявлением этими соединениями широкого спектра физиологической активности – противовирусной, противогрибковой, антибактериальной, антипролиферативной, противоопухолевой, противовоспалительной, антигипертензивной и противосудорожной. К тому же, высокая реакционная способность, особенности пространственного строения и электронная природа этого гетероцикла обуславливают широкое применение его производных в конструировании органических функциональных материалов различного назначения.

Среди разнообразных фторорганических биологически активных соединений, полученных к настоящему времени, класс оксиндолов, содержащих атом(ы) фтора в различных положениях гетероцикла, представляется весьма перспективным (схема 1).

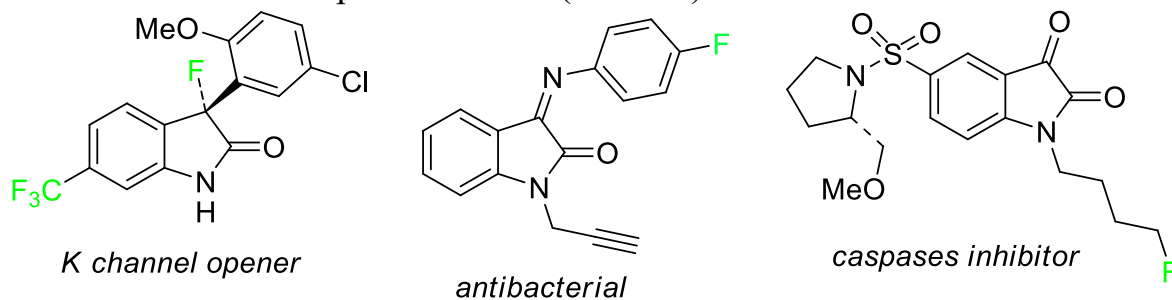
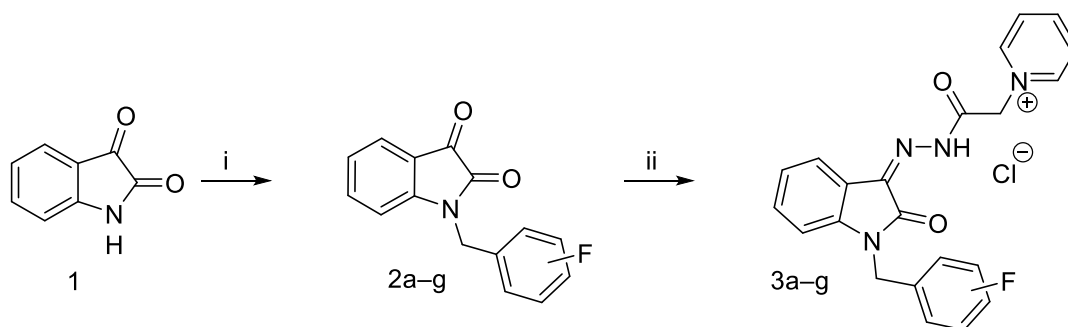


Схема 1

В продолжение работ по направленному поиску антимикробных производных изатина, содержащих кватернизованный атом азота был

осуществлен синтез и оценена антимикробная активность новых фтор-содержащих изатин-3-ацилгидразонов. Целевые структуры представляют собой пиридиновые соли, содержащие в положении 1 фторированный бензильный заместитель.



- i) 1) NaH, DMF, 10°C, 30 min, 2) fluorobenzyl halide, DMF, rt, 3 h
 ii) Girard's reagent P, EtOH, reflux, CF₃COOH (cat.), 3h

Исследование показало, что все производные изатина **2a-g** неактивны в отношении протестированных микроорганизмов. Наиболее активной (MIC 136 мкМ) была только соль пиридиния **3c**, содержащая атом хлора и фтора в *орто*-положениях бензильного заместителя. Удивительно, что замена одного атома фтора в соединении **3b** на хлор в соединении **3c** привела к значительному увеличению активности против *S. aureus* и *B. cereus* (Табл. 1).

Таблица 1- Антимикробная активность новых соединений

Соединение	МИК, μМ						
	<i>Sa</i>	<i>Bc</i>	<i>Ec</i>	<i>Pa</i>	<i>An</i>	<i>Tm</i>	<i>Ca</i>
3a	-	-	-	-	-	-	-
3b	-	-	-	-	-	-	-
3c	136.2±7.9	544.6±38.6	-	-	-	-	-
3d	496±32.2	-	-	-	-	-	-
3e	544.6±28.8	-	-	-	-	-	-
3f	263.2 ±21.3	-	-	-	-	-	-
3g	503±34.7	-	-	-	-	-	-
Хлорамфеникол	193±17	193±17					

Также была определена оценка гемолитической активности как фторированных изатинов **2a-g**, так и ацилгидразонов **3a-g**. К счастью, эти соединения не проявили какой-либо гемолитической активности по отношению к эритроцитам крови человека, за исключением соединения **2f**, содержащего трифторметильную группу.

Строение всех полученных соединений доказано комплексом физико-химических методов исследования, в том числе, методом рентгеноструктурного анализа.

Авторы благодарят ЦКП-САЦ ФИЦ КазНЦ РАН за техническую поддержку проведенных исследований

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С НАРУШЕНИЯМИ ГОЛОСО-РЕЧЕВОЙ ФУНКЦИИ

Авторы: М.Я. Фаттахова, Р.Ш. Хабипов

*Лаборатория методов медицинской физики КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН г.
Казань ул. Лобачевского 2/31*

Научный консультант: заведующий кафедрой оториноларингологии КГМА, д.м.н., профессор В.Н. Красножен
mariam.fattakhova@gmail.com

Актуальность диагностики и лечения патологий голосообразования для современного человека трудно переоценить. Постоянно ускоряющийся темп жизни, воздействие техногенных факторов, возрастающая роль голосовой активности в жизни людей, повышающееся психологическое давление приводят к тому, что голос современного человека просто не успевает восстановиться после продолжительной нагрузки. По данным Михалевской И.А. основной массой пациентов с нарушениями голоса являются профессионалы голоса от 25 до 55 лет. [1] В зоне риска – педагоги, профессорско-преподавательский состав (40% заболеваемости), учителя, певцы, экскурсоводы (77%), работники телефонных служб, воспитатели детских садов и ясель (36%), артисты театра, переводчики (31%), работники предприятий с высоким шумовым, пылевым и химическим загрязнением. Дефекты голоса для этой категории лиц могут грозить нетрудоспособностью и долгим периодом реабилитации (в среднем один год). Также потеря голоса может оказать психотравмирующее воздействие на личность больного и приводить к возникновению невротических реакций. Второй категорией больных являются жертвы техногенных катастроф, потерявших голос в результате нервного потрясения. К третьей группе относятся больные, перенесшие оперативное вмешательство на гортани, аорте и трахее, нуждающиеся в послеоперационном восстановлении голосовой функции.

В настоящее время для диагностики этих заболеваний применяются различные методы исследования. Одним из основных методов является магнитно-резонансная томография, а также ларингоскопия, видеоларингостробоскопия, NBI (узко-спектральная визуализация). Однако в ряде случаев, особенно на ранних стадиях заболевания, при отсутствии видимых на данных видах исследования изменений, функция органов голосообразования всё же бывает нарушена. В связи с этим появляется необходимость в создании и использовании других методик обследования пациентов.

Разработка и создание программно-аппаратного комплекса для реабилитации позволит восстановить здоровье пациентов.

Потребители разработки – лечебные учреждения и пациенты с голосовыми нарушениями различной этиологии. Возможны два варианта применения – диагностика и реабилитация пациентов в отделениях оториноларингологии, а также индивидуальное ежедневное использование устройства пациентом с выполнением комплекса упражнений под периодическим контролем врача в целях возможной коррекции лечения.

Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс на первых этапах будет представлять из себя приставку к ноутбуку, что позволит уменьшить стоимость комплекса и повысить доступность для пациентов. В дальнейшем, устройство планируется быть выполненным в корпусе. В состав аппаратной части устройства для спектрального анализа будут входить звуковая карта, наушники, микрофон и другие комплектующие. Основные требования к оборудованию - высокая звуковая чувствительность, низкий уровень собственных шумов, линейная амплитудно-частотная характеристика, большой динамический диапазон.

В ходе выполнения НИР планируется сбор и анализ банка здоровых и больных голосов, изучение зависимости различных характеристик спектрограммы голоса от типа патологии, изучение изменения показателей спектрограммы в ходе реабилитации, корректировка индивидуальной программы реабилитации и анализ динамики изменения спектральных характеристик голоса.

Сбор и анализ банка голосов будет осуществляться с применением специализированного программного обеспечения. В настоящее время мы располагаем оригинальной программой для Фурье-анализа. Также в интернете есть ряд программ в свободном доступе. Выбор будет определен удобством работы и основными техническими характеристиками. Будет разработана программа "Цифровой фильтр" - фильтр диапазонов частот. Программа будет выполнять энергетический и спектральный анализ голоса.

Спектральный анализ голоса, тонов сердца, кашля является достаточно информативной методикой, хорошо зарекомендовавшей себя среди различных подходов к диагностике [2-6].

Диапазон частот основного тона здорового мужского голоса составляет: бас - 80-350 Гц, баритон - 100- 390 Гц, тенор - 110-520 Гц; здорового женского голоса: контральто - 180-810 Гц, меццо-сопрано - 200-900 Гц, сопрано - 240-1000 Гц, колоратурное сопрано - 250 - 1400 Гц [7]. При заболеваниях снижаются диапазон частот, громкость, ухудшаются тембр, помехоустойчивость, выносливость и другие характеристики голоса [8].

В настоящее время одним из самых актуальных методов обработки и классификации данных является машинное обучение [9]. В частности, хорошую эффективность показывает глубокое обучение с помощью т.н. «нейронных сетей». Нейронные сети можно успешно использовать для классификации спектров голоса. Посредством обучения нейросети боль-

шим объемом данных, можно выделить характерные общие признаки, которые объединяют схожие спектры голосов, имеющих, например, одинаковый дефект. Для эффективного выделения нужных признаков, набор голосов должен иметь одинаковые параметры, например, это должно быть воспроизведение одинаковой гласной одной высоты. Затем можно обучить нейросеть на других входных параметрах, это даст возможность повысить точность классификации. Нейронная сеть не дает стопроцентных прогнозов, она выдает прогноз с некоторой долей вероятности. Получая прогноз на протяжении времени, можно определить динамику изменения вероятности. Таким образом, можно выявить, к примеру, насколько было эффективным лечение проблем с голосом, исследуя, насколько меняется вероятность совпадения с эталонным здоровым голосом. Основными проблемами нейросетей является необходимость значительного набора входных данных (чем больше данных, тем точнее нейросеть будет обучаться), необходимость больших вычислительных мощностей для обработки этих данных, а также выбор эффективной методики обучения, что зачастую можно выполнить только экспериментальным путем [10]. Но если нейросеть успешно обучена, то в дальнейшем для ее использования уже не понадобятся большие мощности.

В состав программно-аппаратного комплекса войдут видеозаписи современного высокоэффективного комплекса упражнений для реабилитации, в которых используется мировой опыт работы с человеческим голосом. Есть упражнения, направленные на коррекцию фонационных стереотипов пациента, упражнения, подготавливающие момент фонации, корректирующие координацию голоса во время речи и пения, а также упражнения на расслабление и восстановление голосового аппарата после длительной нагрузки. Перечень упражнений: лимфодренажная гимнастика, упражнения на дыхание, упражнения на растяжку мышц, участвующих в фонации – язык, дыхательные мышцы, мышцы лица, тазового дна, мышцы груди, шеи, спины; самомассаж и вибромассаж, настройка резонаторов; упражнения, направленные на расслабление гортани; медитация, упражнения на физиологичную, легкую эмиссию звука; артикуляционная гимнастика, звукоизвлечение на краевом смыкании голосовых складок, комплекс для расслабления голосового аппарата после длительной голосовой нагрузки.

В результате проведенного нами патентного поиска полных аналогов на данный момент не обнаружено. Найден патент, который может служить прототипом для нашей заявки на патент, а также патенты – косвенные аналоги. Первый патент предназначен для использования сугубо здоровыми певцами [3]. Второй патент предназначен для анализ спектральных характеристик кашля больных с хронической обструктивной болезнью легких [4]. В третьем патенте предлагается дышать через воду с использованием устройства для увлажнения голосовых складок, что полезно, однако дает только временный эффект [5].

Наша разработка существенно отличается от имеющихся следующими признаками. Программа спектрального анализа голоса будет дополнена оригинальными блоками, позволяющими получить уникальную информацию, недоступную при применении известных аналогов. Будет применено машинное обучение. Будет использован индивидуальный комплекс упражнений под врачебным контролем динамики реабилитации.

Список литературы:

- [1] Михалевская И.А. *Профилактика нарушений голоса у лиц речевых и вокальных профессий* — дис. канд. пед. наук. — М., 2005.
- [2] Хольдан К., Вольф Д. *Руководство по фонокардиографии* Перевод с немецкого, изд-во «Медицина», 1964.
- [3] Патент РФ № 2008137152/12, 2008.09.17 Патент России № 2380760. 2010 // Способ определения голосовых данных и способ обучения резонансной вокально-речевой технике / Ярцева Н.Н.
- [4] Патент РФ № 2014135752/14, 2014.09.02 Патент России № 2598051. 2016 // Способ определения изменений голосовой функции человека / Гилицанов Е.А., Невзорова В.А. [и др.]
- [5] Patent WO 2016/105310 A1. 2016. // Doctorvox: voice therapy and vocal training device / Denizoglu I.
- [6] Василенко Ю.С., Мещеркин А.П., Павлихин О.Г., Романенко С.Г. *Спектральный компьютерный анализ голоса – метод ранней и дифференциальной диагностики нарушений голосовой функции* // [Электронный ресурс] <https://nikio.ru/спектральный-анализ-голоса/>
- [7] White P., Sundberg J. *Spectrum effects of subglottal pressure variation in professional baritone singers* // *Speech, Music and Hearing. Quarterly Progress and Status Report. Royal Institute of Technology, Stockholm.* 2000. №4
- [8] Морозов В.П. *Об утомляемости вокалистов* // *Музыкальные кадры.* 1963. №1.
- [9] Бердибаева Г.К. *Классификация звуков астматического дыхания с использованием нейронных сетей* / Г.К. Бердибаева, О.Н. Бодин, Д.С. Фирсов // *Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль.* – 2018. - №2 (24). – С. 86-90. – DOI 10.21685/2307-5538-2018-2-11.
- [10] Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Смирнов И.В., Девяткин Д.А., Шелманов А.О., Вишнёва Е.А., Антонова Е.В., Смирнов В.И. *Технологии комплексного интеллектуального анализа клинических данных* // *Вестник РАМН.* 2016;71(2):160–171.

НЗ. Новые материалы и химические технологии

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ФЕРМ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ХОЛОДНОГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ ПРОЛОТОМ 24 М И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Р.Г. Гайнетдинов, И.Л. Кузнецов

*Казанский государственный архитектурно-строительный университет (г. Казань, ул. Зеленая, 420043)
e-mail: rishat.gajnetdinov@bk.ru*

1. ВВЕДЕНИЕ

Реализация зданий и сооружений с каркасом из тонкостенных холодногнутых профилей с каждым годом увеличивается в нашей стране [1-2]. В соответствии с этим возникают задачи по обеспечению требуемой несущей способности и деформативности элементов из тонкостенных холодногнутых профилей. Основные пути решения – разработка конструктивных решений из данных профилей и их натурные испытания [3-4].

Для правильного проектирования несущих конструкций из тонкостенных холодногнутых профилей необходимо проводить экспериментальные исследования, на основе которых можно оценить несущую способность, деформативность конструкции, выявить основные недостатки и дать рекомендации по их устранению [5]. При проведении экспериментальных исследований ферм покрытий пролетом больше 15 м существенным является применение рациональных методов, которые позволят использовать минимальное количество человеческого и машинного ресурса, при этом получить достоверные результаты испытаний. В этом плане наиболее оптимальным является испытание ферм в горизонтальном положении, используя гидравлическую систему загрузки.

2. ИСПЫТАНИЕ ФЕРМ ПРОЛОТОМ 24 М СО СТЕРЖНЯМИ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ХОЛОДНОГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

2.1. Методика испытания ферм в горизонтальном положении

Испытание ферм проводится на специально разработанном стенде в горизонтальном положении (рис. 1). На стенд зеркально устанавливаются две фермы и соединяются по торцам листовой сталью для восприятия опорной реакции (рис. 2).

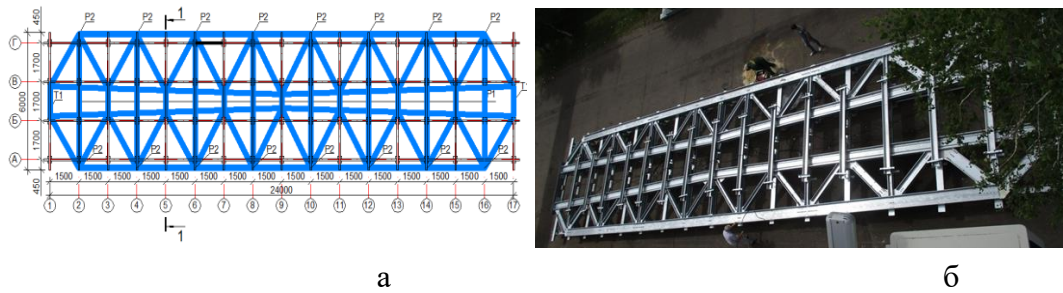


Рис. 1. Укладка на стенд ферм пролетом 24 м: а – проектное решение; б – во время испытаний



Рис. 2. Листовая сталь в опорной части ферм

Для испытания ферм была разработана специальная система гидравлического нагружения (рис. 3).

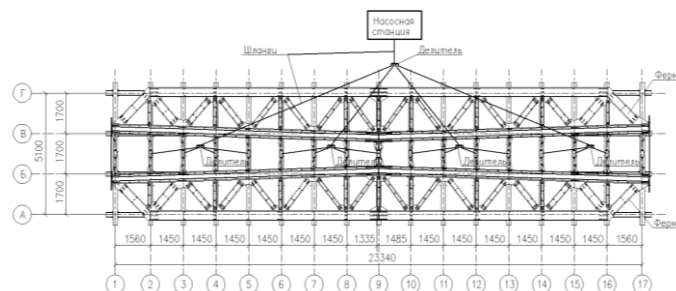


Рис. 3. Схема установки гидравлической системы

Для нагружения ферм во всех узлах, кроме опорных, установлены гидродомкраты с максимальной силой давления 10 т. Данные гидродомкраты оперты на специальные упоры, прикрепленные на болтах к элементам крепления прогонов к ферме. Гидродомкраты связаны между собой системой шлангов через делители и подключены к ручной насосной станции НРГ-8080. Во всей гидросистеме обеспечивается одинаковое давление. На выходе насосной станции установлен манометр виброустойчивый МА100ВУ63. В систему залито специальное гидравлическое масло.

Величина узловой нагрузки на ферму определяется по формуле:

$$F=M \times A,$$

где M – показания по манометру, МПа;

$A=\pi r^2$ – площадь поперечного сечения плунжера гидроцилиндра, см²;

$r=2,2$ см – радиус плунжера гидроцилиндра.

2.2. Результаты испытания

Испытание ферм проводилось в несколько этапов. При первом испытании при узловой нагрузке 3 т деформативность (прогиб) фермы по показанию прогибомера БПАО составляла 80 мм, что превышало теоретическое значение, равное 65 мм. Принято решение о замене нижнего пояса фермы. Далее нижний пояс фермы был выполнен из трех частей, соединенных болтами в узлах. Средняя часть нижнего пояса фермы была принята длиной 12 м, крайние – по 4,5 м (рис. 4).

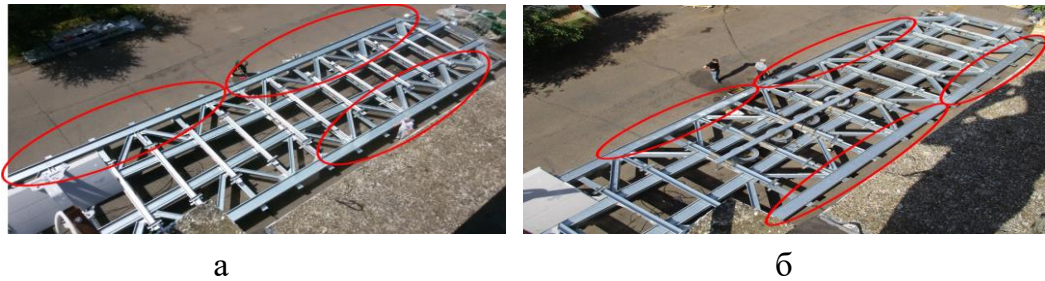


Рис. 4. Фермы из ТХП: а – исходные фермы, нижний пояс из двух элементов; б – модернизированные фермы, нижний пояс из трех элементов

Изменения были выполнены и в центральном узле верхнего пояса (рис. 5). Узел конструктивно был усилен (рис. 5б). Однако данное усиление возможно только при испытании, но не при эксплуатации и монтаже данной фермы.

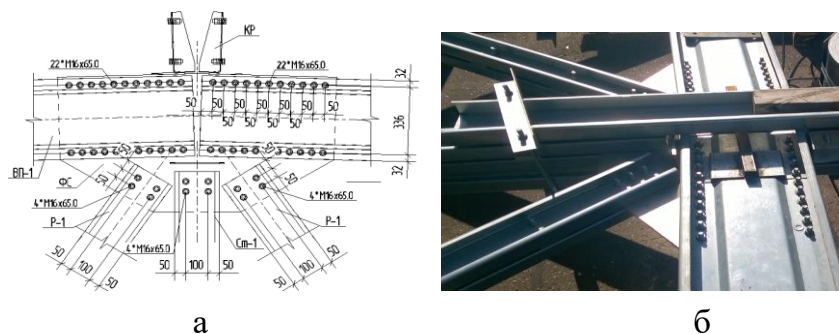


Рис. 5. Центральный узел фермы: а – проектное выполнение центрального узла верхнего пояса фермы; б – обеспечение устойчивости узла из плоскости в процессе испытания.

Повторное испытание фермы показало, что прогиб существенно уменьшился и удовлетворяет предельно допустимым значениям. Однако при узловой нагрузке 4,86 т произошла упругая потеря устойчивости

сжатых элементов, что отмечалось выпучиванием фермы и отрывом стэнда от поверхности его крепления

Принято решение о загрузке стэнда в опорных частях ферм пригрузом по 1,5 т, что позволило провести дальнейшее нагружение

Далее испытания успешно были проведены, согласно разработанной методике, где критерием годности фермы является достижение фактической нагрузки по результатам испытаний до величины, превышающей расчетную нагрузку на 25%. При этом была достигнута узловая нагрузка $F = 6764$ кг, а прогиб при этом составил $f = 87$ мм.

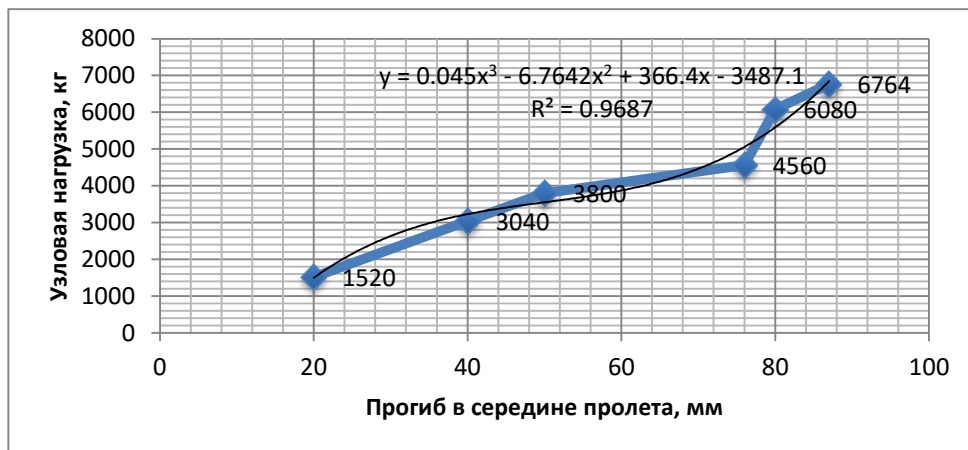


Рис. 6. График зависимости фактических прогибов от узловой нагрузки

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Айрумян Э. Л. Рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу конструкций каркаса малоэтажных зданий и мансард из холодногнутых стальных оцинкованных профилей ООО «Балт-Профиль». М., 2004. 70 с.
- [2] Семенов В. С. Быстро возводимые малоэтажные здания из легких стальных тонкостенных конструкций // Вестник КРСУ. 2007. № 6. С. 61–68.
- [3] Basaglia C., Camotim D., Silvestre N. Post-buckling analysis of thin-walled steel frames using generalized beam theory (GBT) // Thin – Walled Structures. 2013. Pp. 229–242.
- [4] Yao Z., Rasmussen K. J. Material and geometric nonlinear isoparametric spline finite strip analysis of perforated thin-walled steel structures – Numerical investigations. Thin-walled structures. 2011. Pp. 1374–1379.
- [5] Предотвращение аварий зданий и сооружений // ПАМАГ.RU : ежедн. интернет-изд. 2009. URL: <http://prevdis.ru/naturnye-ispytaniya-stropilnoj-fermy-iz-tonkostennyh-holodnognutyh-profilej.html> (дата обращения: 15.09.2018).

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КВАНТОВОЙ ПАМЯТИ

**Ликеров Р.Ф.¹, Еремина Р.М.¹, Яцык И.В.¹,
Тарасов В.Ф.¹, Суханов А.А.¹**

*Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского ФИЦ Казанский
научный центр РАН, Российская Федерация, Республика Татарстан,
420029, г. Казань, ул. Сибирский тракт, д. 10/7
e-mail: rodionlikerov@gmail.com*

1. ВВЕДЕНИЕ И НОВИЗНА

Одной из причин поиска новых материалов в сфере квантовых технологий, в частности в области квантовых устройств, является исследование методов реализации квантовой памяти. Одними из таких материалов являются диэлектрические кристаллы ортосиликата иттрия или скандия или ортованадата иттрия, в которых добавлены примеси ионов металлов переходных групп [1].

Новизной данных исследований является то, что в качестве примесей используются изотопически чистые примесные ионы, например $^{143}\text{Nd}^{3+}$ и $^{145}\text{Nd}^{3+}$, $^{167}\text{Er}^{3+}$, $^{53}\text{Cr}^{3+}$. У данных изотопов имеется ненулевой ядерный магнитный момент, что важно для осуществления хранения информации, а отсутствие примесей четных изотопов, позволяет увеличить время спин-спиновой когерентности. Патенты по этим кристаллам отсутствуют, но имеются реализации квантовой памяти на других кристаллах, например на халькогенидах редкоземельных ионов (патент US9659651B1). В этом патенте указано достигнутое время жизни когерентности в диапазоне от 1 нс до 1 мкс. Время спиновой когерентности примесных редкоземельных ионов в кристаллах ортосиликата и ортованадата на порядок выше, что подтверждается исследованиями [2].

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью работы было изучение магнитных и релаксационных свойств кристаллов ортосиликата иттрия и скандия, допированных редкоземельными ионами неодима с изотопически чистым составом. Были исследованы кристаллы $\text{Y}_2\text{SiO}_5:^{143}\text{Nd}^{3+}$ (0.001% ат.), $\text{Y}_2\text{SiO}_5:^{145}\text{Nd}^{3+}$ (0.001% ат.) методом электронного парамагнитного резонанса в стационарном и импульсном режимах.

Стационарные измерения проводились на спектрометре Bruker EMX plus (X – диапазон, $f = 9.4$ ГГц) при температурах от 5К до 15К. Импульсные измерения проводились на спектрометре Bruker EMX 580 в X-диапазоне ($f = 9.6$ ГГц) при температурах от 4К до 10К.

Температурные зависимости времен [3] спин-решёточной и спин-спиновой релаксации для ионов ^{145}Nd в Y_2SiO_5 приведены на рисунке 1.

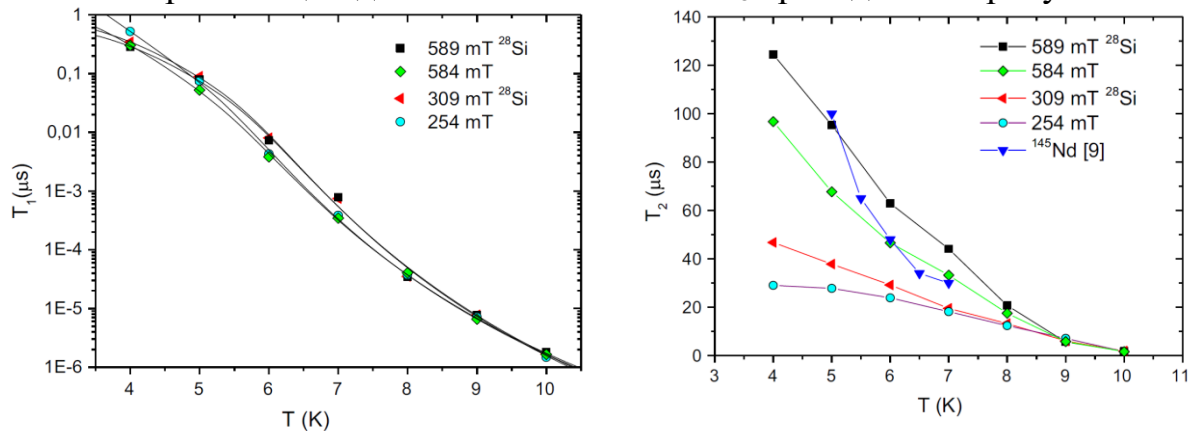


Рисунок 1. температурная зависимость времени а) спин-решёточной и б) спин-спиновой релаксации для спинов ионов ^{145}Nd в Y_2SiO_5 .

Помимо этого были проведены аналогичные измерения релаксационных характеристик в кристаллах $\text{YVO}_4:^{143}\text{Nd}^{3+}$ (0.001% ат. и 0.005% ат.) и $\text{YVO}_4:^{145}\text{Nd}^{3+}$ (0.005% ат.), графики температурных зависимостей которых представлены на рисунке 2.

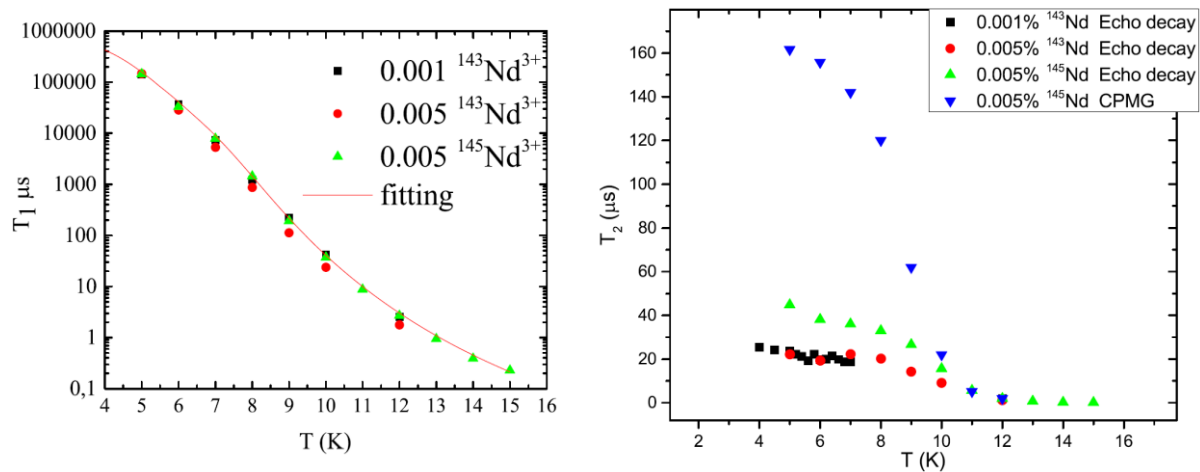


Рисунок 2. температурная зависимость времени а) спин-решёточной и б) спин-спиновой релаксации для спинов ионов $^{143/145}\text{Nd}$ в YVO_4 .

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Thiel C., et.al., **J.Lumin.** **131** (2011) 353-361
- [2] Likеров R.F., et.al., *Investigation of neodymium doped YVO_4 by EPR method*, **Opt. Mat.** **85** (2018).
- [3] Sukhanov A.A., et.al., **Appl. Magn. Reson.** **48** (2017).

РАЗРАБОТКА ПРИМЕНЕНИЯ КРИСТАЛЛА $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ В КАЧЕСТВЕ ТЕРМИСТОРА И ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ

А.В. Шестаков, И.В. Яцык, И.И. Фазлижанов,
М.И. Ибрагимова, Р.М. Ерёмина

*Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского ФИЦ
Казанский научный центр РАН) Россия, Татарстан,
420029, г.Казань, ул. Сибирский тракт, д. 10/7
e-mail: ALEKSEY665@GMAIL.COM*

1. ВВЕДЕНИЕ И МОТИВАЦИЯ

В разбавленных магнитных полупроводниках сильные спин-спиновые взаимодействия между зонными электронами и локализованными магнитными ионами приводят к множеству совершенно новых магнитооптических физических явлений, таких как гигантский Фарадей, гигантский Керр, эффекты фотоиндуцированной намагниченности, которые впервые были продемонстрированы в монокристаллах $\text{Mn}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ (МНТ) [1]. Легирование магнитными ионами, такими как марганец или железо, делает халькогениды ртути подходящим материалом для применения в магнитоэлектронике и датчиках магнитного поля. Энергетическая щель в МНТ линейно изменяется с содержанием марганца вплоть до концентраций марганца $x = 0,2$. В образце с нулевой щелью поперечное магнитосопротивление сначала резко увеличивается с увеличением магнитного поля, а затем падает с ростом магнитного поля [2]. На основе узкозонных полупроводников сделаны и запатентованы такие устройства как: термоэлектрическое устройство (CN103918095B, 2011 год), многослойный пленочный чувствительный к магнитному полю элемент и детектор магнитного поля оптического типа (JP2000206218A), магниторезистивный элемент (JP2950243B2) и другие. Сильная температурная зависимость проводимости в кристаллах HgMnTe , дает возможность использовать их в качестве чувствительных термометров ниже 1 К.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Целью работы было изучение магнитных и транспортных свойств монокристаллов $\text{Mn}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ($x=0,9-0,135$) методом магнитного резонанса и магнитометрии.

Спектры электронного спинового резонанса (ESR) регистрировали на спектрометре ER 200 SRC (EMX / plus) (Bruker) в X-диапазоне 9,4 ГГц при температурах 4.2–100 К и магнитных полях от 0 до $1.4 \cdot 10^4$ Э.

ЭПР исследования $\text{Mn}_{0.11}\text{Hg}_{0.89}\text{Te}$ были ранее опубликованы [3]. Угловые и температурные зависимости спектров ЭПР для монокристалла $\text{Hg}_{0.865}\text{Mn}_{0.135}\text{Te}$ представлены (рис. 1 а, б). Наблюдаются две линии, обусловленные ионами Mn^{2+} и носителями заряда, с сильной температурной зависимостью g-фактора и шириной, возрастающей по закону Корринги. Обсуждается природа обменных взаимодействий между спинами носителей заряда и ионов Mn.

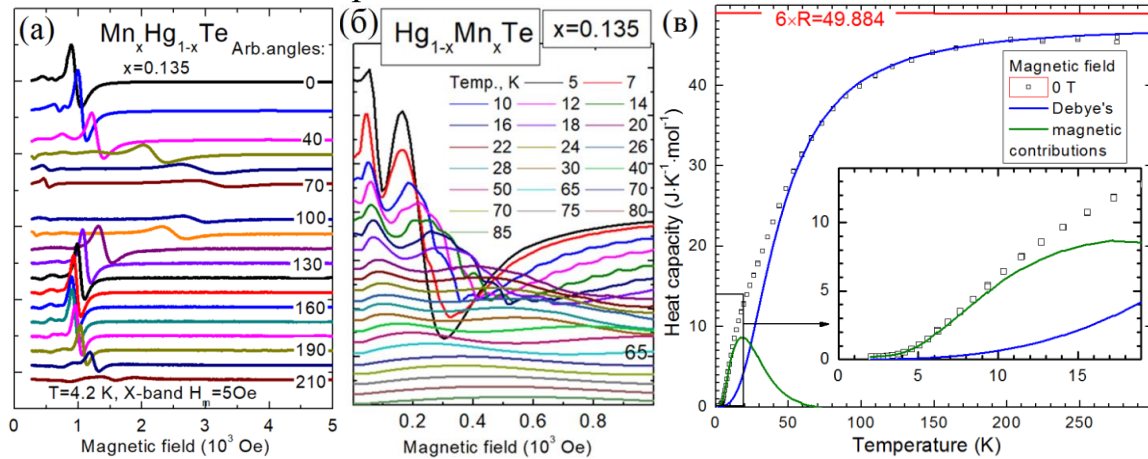


Рис.1. а) угловая, б) температурная эволюции спектров ЭПР.

в) Зависимость удельной теплоёмкости.

Удельные сопротивление и теплоемкость в разных магнитных полях были измерены в температурном диапазоне от 5 до 300 К на многофункциональной системе для измерения физических свойств со сверхпроводящим магнитом PPMS-9. Показано, что удельная теплоемкость аппроксимируется вкладами магнитным и решетки с температурой Дебая 180 К (рис. 1 в) [4].

Полученная температурная зависимость удельного сопротивления $\text{Hg}_{0.865}\text{Mn}_{0.135}\text{Te}$ показывает наличие линейного «металлического» характера зависимости в области ниже 50 К.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] B. Julsgaard et al., Appl. Phys. Lett., **98**, 093101 (2011).
- [2] X. Wang, S. Dou and C. Zhang, NPG Asia Mater. **2** (1) 31–38 (2010).
- [3] A.V. Shestakov et al., Semicond., **14** (16), (2018).
- [4] I. K. Dimitrov et al., Phys. Rev. B **82**, 174301 (2010).

БЛАГОДАРИМ М.А. Черосова (Казань, КФУ, Институт Физики)

Н5. Биотехнологии

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Е.Г. Ананиадис, С.А. Морозова, М.С. Колесникова., В.Я.Пономарев

ФГБОУ ВО «КНИТУ» (г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68)
e-mail: v.y.ponomarev@gmail.com

1. ВВЕДЕНИЕ

Мясные продукты пользуются устойчивым спросом среди потребителей, являясь в том числе и источником полноценного белка в структуре питания. В настоящее время перед технологами стоит важнейшая задача сохранения приемлемой стоимости изделия без ухудшения его качественных характеристик.

Одним из способов решения данной задачи является замена части дорогостоящего мясного сырья высшего и первого сортов на более дешевые аналоги, содержащие значительное количество соединительной ткани. Непосредственное использование такого сырья при производстве мясных продуктов не целесообразно, так как приводит к ухудшению как технологических, так и потребительских свойств изделия, снижению его пищевой и биологической ценности. [1]

Предварительная обработка низкосортного мясного сырья, направленная на увеличение доступности соединительнотканых волокон действию пищеварительных ферментов, является перспективной и актуальной задачей. Для решения данного вопроса целесообразно использовать изолированные от мышечной ткани волокна соединительной ткани в виде белковых гидролизатов. Существующие в данный момент технологии основаны либо на термической, либо на химической обработке белковых молекул с целью повышения их технологических свойств. Комбинирование данных технологий с биотехнологической обработкой может дать положительный эффект и позволит более полно и рационально использовать данный вид сырья в технологии мясных продуктов [2, 3].

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Целью работы являлось разработка технологии производства белковых гидролизатов из коллагенсодержащего сырья. В качестве объектов исследования были выбраны жилы, сухожилия и прирезы соединительной ткани, являющиеся отходами при разделке, обвалке и жиловке

говядины. Данное сырье было подвергнуто обработке с целью получения коллагена согласно методике [4].

Полученные коллагеновые массы были подвергнуты обработке ферментным препаратом микробного происхождения, сочетающим высокую протеолитическую и коллагеназную активность. Ферментативная обработка сырья привела к увеличению содержания влаги в среднем на 5% и к снижению содержания различных белковых фракций в диапазоне 8-15 %. Рекомендуемая длительность обработки составила 15 суток при концентрации фермента 0,3% к массе сырья. Также было отмечено накопление низкомолекулярных продуктов гидролиза коллагена с максимумом на 10-15 сутки эксперимента.

На завершающем этапе работы полученные коллагеновые массы были подвергнуты дальнейшей обработке, включающей в себя последовательные стадии перекисно-щелочного и кислотного гидролиза. Продукт полученный из предварительно ферментированного сырья отличался высокой влажностью, более нежной консистенцией, а также высоким содержанием влаги.

Таким образом нами был разработан белковый гидролизат, который может быть использован в технологии производства мясной продукции в качестве замены мясного сырья, что позволит расширить сырьевую базу мясной отрасли за счет вовлечения малоценных продуктов с низкой пищевой ценностью

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пономарев В.Я., Антипова Л.В., Решетник О.А. Исследование возможности применения ферментов микробного происхождения для обработки мяса/ *Вестник Казанского государственного технологического университета*. – 2000. - №1-2.
- [2] Использование экзогенных ферментных препаратов в технологии мясных продуктов / Юнусов Э.Ш., Пономарев В.Я., Каримов А.З., Беззубова Е.В., Ежкова Г.О. *Вестник Казанского технологического университета*. 2012. Т. 15. № 22
- [3] Лисицин А. Б. Ферментные препараты и их применение / А. Б. Лисицын // *Мясная индустрия*. - 2000. - № 6
- [4] Патент РФ № 2015111757/13, 2015.03.31. Способ получения сухого микропорошка коллагена // Патент России № 2232515. 2016. / Гармаева Д.К, Никифоров П.В..

РАЗРАБОТКА МЕТОДА НЕИНВАЗИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ БОЛЕЗНЕЙ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНО- РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

Е.С. Стогниенко¹, А.А. Баязитов², О.И. Стогниенко¹,
Корниенко А.В.¹

¹ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной
свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова

e-mail: e.stognienko@yandex.ru, stogniolga@mail.ru

² Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского

ФИЦ КазНЦ РАН

Россия, 420029, Казань, Сибирский тракт, 10/7

1. ВВЕДЕНИЕ

Исследования в области фитопатологии связаны с визуальной диагностикой болезней по симптомам, развивающимся на поверхности листьев, стеблей. Для определения болезней корневой системы мы вынуждены извлекать растения из почвы, прекращая его жизнедеятельность. Болезни корнеплодов сахарной свеклы, развивающиеся в период вегетации, до недавнего времени, можно было исследовать только инвазивными методами. С развитием магнито-резонансной томографии (МРТ), широко применяющейся в медицинской диагностике, стало возможным применение методов МРТ в фитопатологии (Borisjuk et al., 2012). Это позволяет выявлять консортивные связи в патосистемах и пути патогенеза. Созданы компактные аппараты МРТ, которые возможно использовать в полевых и вегетационных условиях для диагностики болезней на живых растениях: разработана МРТ-система с С-образным магнитом и подвижной U-образной радиочастотной катушкой, позволяющей визуализировать внутреннюю структуру ствола сосны с высоким разрешением ([Umebayashi et al., 2011](#)). Болезнь вилта сосны характеризуется образованием эмболизированных трахеид в результате инвазии в смоляной канал сосновой древесины нематоды *Bursaphelenchus xylophilus*. Зараженные деревья в конечном итоге погибают в результате нарушения проводимости ксилемы. Современные разработки в области МРТ позволили неинвазивно выявлять подземные симптомы у сахарной свеклы, вызванные свекловичной цистообразующей нематодой и корневой гнилью. МРТ отслеживала синергетические отношения между дву-

мя патогенами, обеспечивая новое понимание взаимодействия растений и патогенов ([Hillnhütter et al., 2011](#)).

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для целей селекции на устойчивость к гнилям актуально применение неинвазивных методов диагностики бессимптомных болезней, находящихся в латентной стадии.

В поисковых исследованиях найдено применение МРТ для диагностики болезней корнеплодов сахарной свеклы. Изображения были получены на малогабаритном специализированном томографе на постоянном магните с индукцией поля 0.4 Тл. В качестве приемного контура использовался датчик цилиндрического типа. Частота настройки датчика 17.512 МГц. Диаметр рабочей области 150 мм. Область однородности датчика 150 мм вдоль оси приема. МРТ снимки корнеплодов сахарной свеклы без симптомов поражения показали наличие дуплистости головки (Рис. 1), начало развития гнили тканей корнеплодов от ортиста (Рис. 2А). Существенное проявление гнили на МРТ снимках (Рис.2Б).

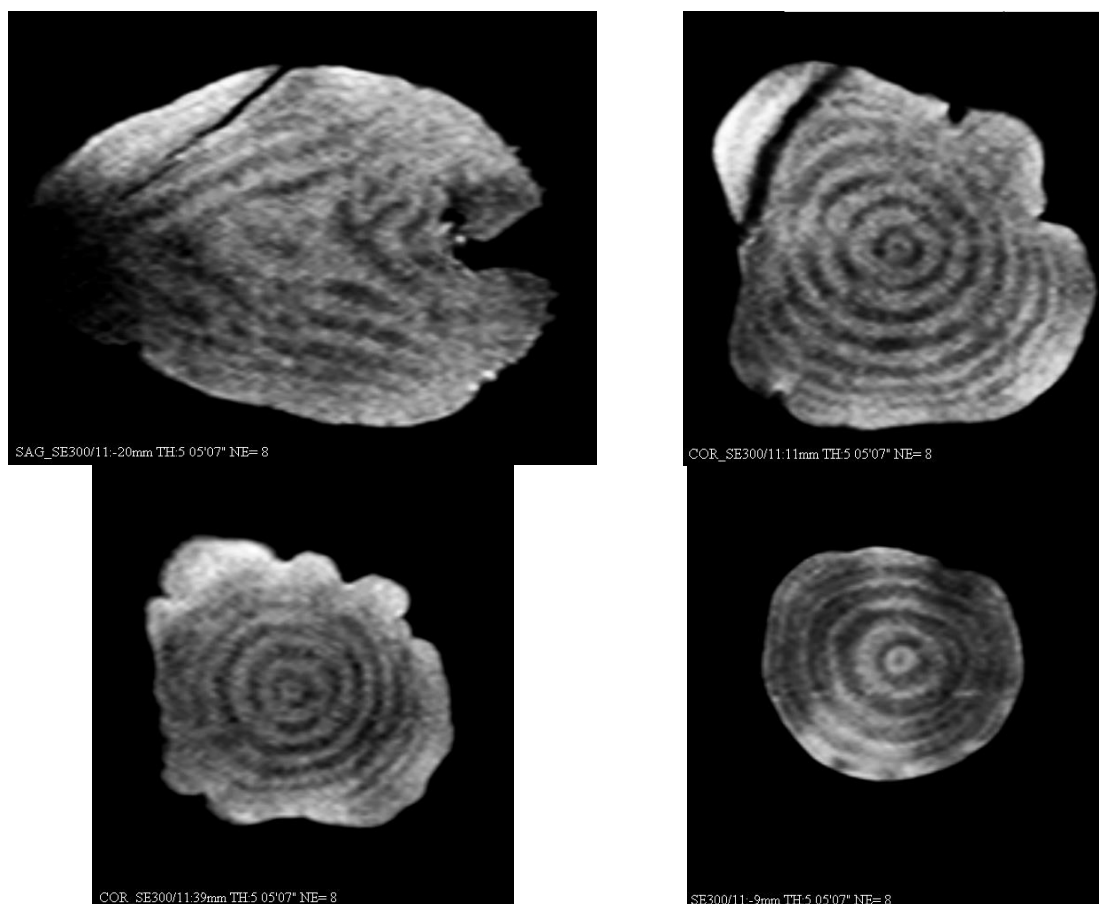


Рис.1 МРТ корнеплодов сахарной свеклы без визуальных симптомов поражения болезнями в продольном и поперечном сечении.

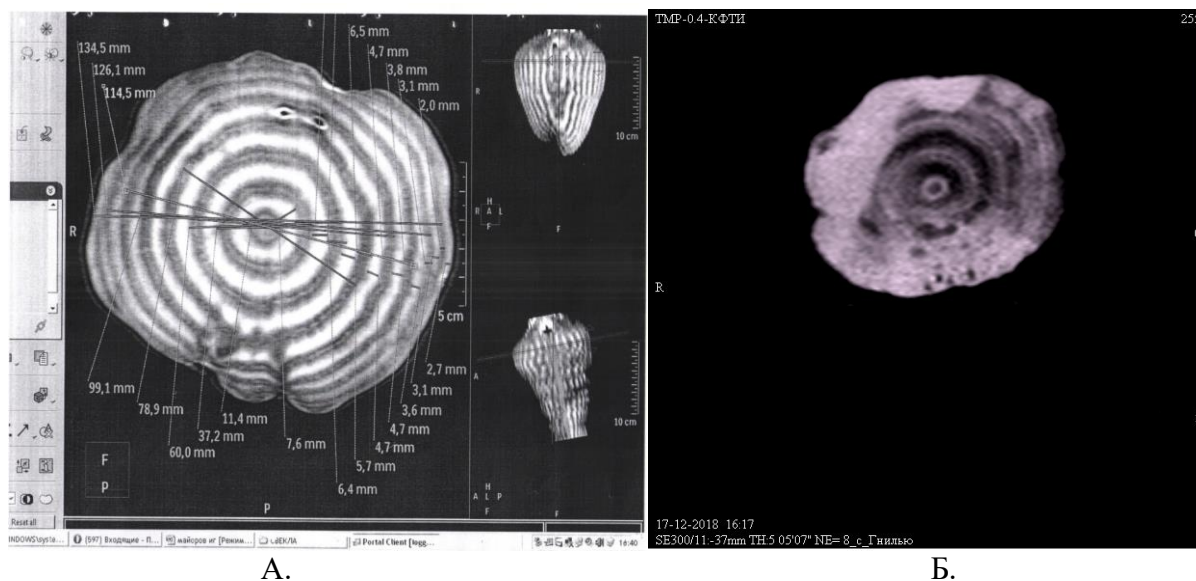


Рис.2 А) Начало развития гнили тканей корнеплодов от ортистиха, Б) Проявление гнили на изображениях МРТ свекольного корнеплода.

При налаживании массового анализа появиться возможность исключать закладку на хранение корнеплодов селекционных образцов, склонных к формированию скрытых дефектов (дуплистость). А также исключать корнеплоды со скрытой фазой развития гнилей.

Применение неинвазивных методов МРТ – перспективное направление в диагностике скрытых болезней в латентной стадии развития. С помощью МРТ-снимков можно определять количество колец паренхимы и прогнозировать продуктивность селекционных образцов.

Для селекции, растениеводства, хранения и переработки необходимо использовать МРТ -методы в полевых, вегетационных опытах, отборе исходного селекционного материала сахарной свеклы по продуктивности и технологическим качествам, при хранении в кагатах и переработки на сахарных заводах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ljudmilla Borisjuk, Hardy Rolletschek, Thomas Neuberger, Surveying the plant's world by magnetic resonance imaging (2012) *Thi Plant Journal*, v.70, I.1. Special Issue: High-resolution Measurements in Plant Biology P.: 129-146, <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2012.04927.x>
- [2] Umebayashi, T., Fukuda, K., Haishi, T., Sotooka, R., Zuhair, S. Otsuki, K. (2011) The developmental process of xylem embolisms in pine wilt disease monitored by multipoint imaging using compact magnetic resonance imaging. *J. Exp. Bot.* **59**.
- [3] Hillnhütter, C., Sikora, R.A., Oerke, E.-C. van Dusschoten, D. (2011) Nuclear magnetic resonance: a tool for imaging belowground damage caused by *Heterodera schachtii* and *Rhizoctonia solani* on sugar beet. *J. Exp. Bot.* **63**.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАКВАСОК МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ

А.Ф. Хасанова, М.С. Колесникова, С.В. Китаевская, В.Я. Пономарев

ФГБОУ ВО «КНИТУ» (г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68)

e-mail: kitaevskayas@mail.ru

1. ВВЕДЕНИЕ

В технологии производства сырокопченой и сыровяленой продукции широко используются микроорганизмы, вносимые в сырье в виде стартовых культур. Наиболее распространенным видом применяемых микроорганизмов являются молочнокислые бактерии, не патогенные для организма человека [1].

При выборе конкретного штамма микроорганизма учитывается его активность по отношению к патогенной микрофлоре, солетолерантность, способность образовывать молочную кислоту, а также взаимодействовать с другими бактериями, входящими в состав заквасок. Молочнокислые бактерии, как правило являются факультативно анаэробными, мезофильными микроорганизмами, сбраживающими сахара преимущественно с образованием молочной кислоты и ароматических соединений [2].

Роль молочнокислых микроорганизмов в технологии производства мясных продуктов не ограничивается только образованием молочной кислоты. В результате их жизнедеятельности в продукте накапливаются незаменимые аминокислоты, летучие жирные кислоты и карбонильные соединения. Применение стартовых культур также улучшает реологические характеристики продукта, ускоряет процесс сушки, положительно сказывается на органолептических показателях колбасных изделий [3].

В настоящее время в промышленных заквасках наиболее часто используются микроорганизмы рода *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, *Micrococcus* и *Pedicoccus*. Правильно подобранный состав стартовой культуры, которая может содержать несколько десятков различных штаммов микроорганизмов, позволяет в короткие сроки достигнуть требуемых значений по содержанию молочной кислоты, снизить долю остаточного нитрита натрия, интенсифицировать вкус и аромат готового продукта [4].

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Целью данной работы являлось разработка перспективных направлений применения новых штаммов молочнокислых микроорганизмов

для повышения качества сыровяленых мясопродуктов. В качестве закваски микроорганизмов нами был выбран новый штамм вида *Lactobacillus casei*. Данный штамм микроорганизмов эффективно воздействует на белковые комплексы мясного сырья, обладая протеолитической активностью. Установлено, что использование микроорганизмов штамма *Lactobacillus casei*, для обработки мясного сырья позволяет достичь низких значений рН, наблюдается увеличение содержания молочной кислоты в продукте, что дает возможность притормозить развитие нежелательной микрофлоры.

Использование рассматриваемых микроорганизмов в качестве закваски позволило значительно интенсифицировать процесс сушки колбасных изделий и достигнуть требуемых показателей содержания влаги (25-27%) уже на 21-е сутки эксперимента.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что использование микробной закваски, содержащей штаммы *Lactobacterium casei*, является перспективным и целесообразным в технологии производства ферментированных мясопродуктов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]Рябичева А.Е., Стрельцов В.А., Лемеш Е.А., Миткова Д.В. Совершенствование технологии производства сыровяленых колбас с применением стартовых культур // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства материалы международной научно-практической конференции*. 2018. С. 101-106.
- [2]Пономарев В.Я., Китаевская С.В., Шнип Е.О. Биотехнологические аспекты использования стартовых культур при производстве мясных продуктов // *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. Т. 17. № 15. С. 179-182.
- [3]Машенцева Н.Г. Функциональные стартовые культуры - обзор перспектив использования в мясной промышленности // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2008. № 2. С. 67-72.
- [4]Карташева Т.С., Текутьева Л.А., Каленик Т.К., Костенко Ю.Г. Стартовые культуры в производстве сырокопченых продуктов из мяса птицы // *Мясная индустрия*. 2007. № 3. С. 33-35.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕКТИНОВ В ТЕХНОЛОГИИ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Хрундин Д.В.

ФГБОУ ВО «КНИТУ» (г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68)

e-mail: khrundin@yandex.ru

1. ВВЕДЕНИЕ

Развитие технологии материалов позволяет использовать новые виды добавок в технологии мясных продуктов в качестве перспективных рецептурных компонентов. Это позволяет не только расширить ассортимент выпускаемых изделий, но и управлять технологическим процессом их производства и существенно скорректировать качество готового продукта [1].

Нехватка сырьевых ресурсов мясной промышленности, а также увеличение доли сырья с низкими функционально-технологическими свойствами диктует необходимость проведения исследований, направленных на поиск возможных способов направленной корректировки свойств мясного сырья, улучшения качества продуктов, рационального использования сырья, снижения затрат всех видов материальных ресурсов.

Целью работы являлось расширение информационных данных о возможности применения новых добавок в качестве рецептурных компонентов мясных эмульгированных продуктов.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в мясоперерабатывающем производстве используются разнообразные технологии обогащения мясных продуктов с направленным регулирующим воздействием на пищеварение. Выпускается большое количество полуфабрикатов и готовых изделий, современные методы биотехнологии позволяют осуществлять производство новых видов мясных изделий общего назначения с улучшенными функционально-технологическими свойствами [2,3].

Однако в литературе информация о влиянии пектина на свойства эмульгированных мясопродуктов ограничена. Дополнительных исследований требует и изучение влияния фосфатных веществ на свойства эмульгированных мясопродуктов, обогащенных пектином.

Поэтому, выбор направлений исследований обоснован необходимостью получения сведений, позволяющих изучение возможности применения яблочного пектина в качестве одного из рецептурного компонента

в технологии эмульгированных мясных продуктов, а также изучение изменений их биохимических и функционально-технологических свойств.

Приготовление фарша осуществлялось следующим образом. Фосфатные препараты вносили в сухом виде из расчета к мясному сырью при перемешивании, равномерно распределяя его по поверхности фарша, закладывали ингредиенты. Дозировка добавок варьировалась в диапазоне 0,3-0,9%. В качестве контроля использовался образец, полученный без внесения рассматриваемых фосфатов и пектина.

Подготовка мясного сырья, измельчение, посол, варка, охлаждение осуществлялись в соответствии с утвержденной нормативной документацией.

В опытных образцах модельных фаршей определяли функционально-технологические свойства, в готовом фарше определяли физико-химические показатели с целью выявления оптимальной дозировки фосфатных препаратов.

В ходе проведения первого этапа работы было изучено влияние яблочного пектина и фосфатных веществ на влагосвязывающую способность (ВСС) мясного сырья, которая характеризуется количеством выделившейся воды испытуемым образцом при легком его прессовании.

Установлено, что ВСС предопределяются в основном следующим фактором: длиной цепи пектиновой молекулы. Пектины – желирующие вещества, выделяемые из фруктов, обладающие высокой ВСС. Как правило, входят в состав многокомпонентных смесей, применяемых в технологии реструктурированных изделий. Количественные пределы использования – до 1,5% к массе сырья.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Потипаева Н.Н. *Пищевые добавки и белковые препараты для мясной промышленности: Учебное пособие* /Н.Н. Потипаева [и др.] – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2008. – 168 с.
- [2] *Влияние фосфатных добавок на свойства мясного сырья с пониженными функционально-технологическими свойствами* / Г.О. Ежкова, И.В. Кулагина, В.Я. Пономарев, О.А. Решетник //Вестник Казанского технологического университета. – 2003. – № 1. – С. 192-197.
- [3] Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. *Технология мяса и мясных продуктов*. – М.: КолосС, 2009. – 565 с.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОМОДИФИЦИРОВАННОГО НИЗКОСОРТНОГО МЯСНОГО СЫРЬЯ

М.И. Яфасова, С.А. Морозова, М.С. Колесникова., Э.Ш. Юнусов

ФГБОУ ВО «КНИТУ» (г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68)

e-mail:ed.yunusov@gmail.com

1. ВВЕДЕНИЕ

Мясное сырье содержит в своем составе различные белковые компоненты, не одинаковые по пищевой и биологической ценности. Наиболее ценное сырье с наименьшим содержанием соединительной ткани получают от жиловки спинной и поясничной части туши и лопаток. Данное мясо может использоваться для выработки любых видов мясной продукции, отличается высокими потребительскими и технологическими свойствами.

В тоже время значительная часть туши представлена сырьем, содержащим большое количество соединительной ткани, в частности, получаемое с коробки, голяшки, пашины и др. Соединительная ткань представляет собой переплетение коллагеновых и эластиновых молекул в сочетании с аморфным межклеточным веществом. Большая часть соединительной ткани представлена коллагеном, который обладает низкой водо- и жиропогложительной способностями, а также снижает пищевую и биологическую ценность готового продукта. Избыток коллагена в рецептурах приводит к повышенной жесткости изделий и появлению бульонно-жировых отеков.

В настоящее время коллагенсодержащее сырье используется в ограниченном ассортименте мясных продуктов, в которых применяется длительная термообработка, приводящая к образованию продуктов желирования коллагена. Тем не менее, наиболее перспективным и целесообразным способом применения данного вида сырья представляется использование в виде белковых эмульсий, стабилизаторов и гидролизатов [1].

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С целью разработки технологии производства мясных продуктов с использованием низкосортного сырья в качестве компонентов рецептуры нами были получены белковые гидролизаты путем последовательной ферментативной и химической обработки [2, 3].

Использование предварительной ферментативной обработки в сочетании с дальнейшим химическим гидролизом позволило получить белковые гидролизаты, отличающиеся высокой влагопоглощающей способностью [4].

Полученный белковый гидролизат вносился в состав модельных фаршевых систем в которых определялись основные функционально-технологические свойства. Внесение гидролизатов в дозировке 5-10 % привело к увеличению способности фаршевых систем связывать и удерживать воду, аналогичные данные были получены при оценке таких важных технологических показателей как выход продукта после термической обработки.

Таким образом нами была определена оптимальная дозировка внесения белкового гидролизата в количестве 10% к массе сырья. На основании проведенных исследований разработана рецептура хлеба мясного и обоснована технология его производства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ананиадис Е.Г., Яфасова М.И., Морозова С.А., Пономарев В.Я. Применение коллагенсодержащего сырья в производстве мясопродуктов // *Научные достижения и открытия современной молодёжи сборник статей VI Международной научно-практической конференции* 2019. С. 115-117.
- [2] Ананиадис Е.Г., Яфасова М.И., Морозова С.А., Пономарев В.Я. Получение белковых гидролизатов из коллагенсодержащего сырья // *Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации сборник статей XIX*, 2019. С. 212-214.
- [3] Патент РФ № 2015111757/13, 2015.03.31. Способ получения сухого микропорошка коллагена // Патент России № 2232515. 2016. / Гармаева Д.К, Никифоров П.В..
- [4] Использование экзогенных ферментных препаратов в технологии мясных продуктов / Юнусов Э.Ш., Пономарев В.Я., Каримов А.З., Беззубова Е.В., Ежкова Г.О. *Вестник Казанского технологического университета*. 2012. Т. 15. № 22

**№6. Ресурсосберегающая
энергетика**

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ В КАЧЕСТВЕ КОМПОЗИЦИОННОГО БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Г.М. Бикбулатова, А.Н. Грачев, С.А. Забелкин

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский университет» (420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 68)
e-mail: gm.bikbulatova@yandex.ru*

По данным Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина (Москва), наша страна занимает второе место в мире по мощностям производства нефтяных битумов (9,8 млн тонн в год). Потребность дорожных битумов в Республике Татарстан превышает уровень битумного производства и составляет 250–300 тыс. тонн в год. В Татарстане порядка 20 крупных организаций, занимающихся дорожным строительством, и один крупный производитель соответствующих марок битумов – НПЗ ОАО "ТАИФ-НК". Однако, как выяснилось, географическое преимущество отнюдь не гарантирует 100%-ное использование местной продукции в татарстанском дорожном строительстве. В первую очередь это связано с нестабильностью производимого битума, соответственно дорожные компании покупают более качественный и стабильный битум (ОАО «Уфанефтехим», ООО "Башкир-НефтеХим" и др.).

Ввиду сокращения запасов ископаемого сырья, всё более актуальным становится вопрос вовлечения возобновляемых ресурсов в различные отрасли промышленности, в том числе и в дорожном строительстве. Одним из наиболее распространённых возобновляемых ресурсов в условиях РФ является древесина. Уровень отходов в ЛПК составляет более 80 %, т.е. до потребителя доходит в среднем 10-15 % от биомассы дерева [1].

Одним из определяющих факторов в социально-экономическом развитии регионов является развитие дорожной сети. Тем не менее, производство дорожных битумов, как правило, осуществляется централизованно, что сдерживает развитие дорожной сети удалённых регионов. Стремление расширить ассортимент органических вяжущих и улучшить свойства вяжущего в различных направлениях стимулирует исследования по созданию композиционных материалов на базе побочных продуктов химической и других отраслей промышленности.

Растительное сырьё является полимерным материалом, при термохимической переработке [2] которого образуются смолы и олигомерные

продукты, которые могут применяться в качестве местных компонентов вяжущих битумных материалов.

Наибольший выход жидких продуктов (до 75 % мас. [3, 4, 5]) достигается при быстром абляционном пиролизе биомассы – термическом разложении биополимеров в отсутствие окислительной среды при высокой (до 1000 °C/с) скорости нагрева, малом времени пребывания продуктов в реакционном пространстве и механической активации [6, 7, 8]. Жидкие продукты быстрого абляционного пиролиза включают в себя большое количество соединений с различными свойствами. В частности, они включают в себя как водорастворимые (альдегиды, гидроксиацетальдегиды, низшие карбоновые кислоты, кетоны, ангидросахара, углеводы), так и водонерастворимые компоненты (ароматические углеводороды и их метиловые эфиры, олигомеры лигнина, смолы и др.). Содержащиеся в данных соединениях функциональные, карбонильные, метоксильные, гидроксильные и карбоксильные группы потенциально должны увеличивать адгезию битумов к минеральному материалу за счёт взаимодействия с основными группами карбонатных пород минеральной фракции асфальтобетона [9, 10], что на взгляд автора позволит улучшить характеристики вяжущего с использованием местных материалов.

Применению продуктов термического разложения древесины в дорожных вяжущих и укреплению грунтов посвящено ряд работ ученых СПбГЛТУ и КГАСА, (Млетовский В.И., Колбас Н.С.). Государственным всесоюзным дорожным научно-исследовательским институтом (СОЮЗДОРНИИ) разработаны методические рекомендации, которые допускают добавление пиролизных смол в качестве компонентов дорожных вяжущих, снижающих себестоимость. Особенно данный подход актуален при вовлечении отходов лесного комплекса и использовании местных возобновляемых материалов в дорожном строительстве.

Исследовательские работы по применению жидких продуктов быстрого пиролиза, а также их фракций в дорожном строительстве проводятся рядом зарубежных исследователей в университете Айовы, США, а также специалистами компании VTG, Нидерланды. Результаты исследований показали весьма многообещающую перспективу их использования в дорожном строительстве.

Однако уровень знаний не позволяет обеспечить практическую реализацию данного направления ввиду использования установок, которые не позволяют обеспечить стабильные свойства полученного продукта.

Существующие подходы позволяют получить минимальное количество пиролизного масла. Абляционный быстрый пиролиз позволяет максимизировать выход жидких продуктов и применять их в качестве добавки в битумное вяжущее.

Получены вяжущие для дорожного строительства изготовленные из битума и жидких продуктов быстрого абляционного пиролиза отходов древесины. Для получения композиционного битумного вяжущего

для дорожного строительства битум марки БНД 60/90 нагревается до 120 °С. Жидкие продукты быстрого абляционного пиролиза нагревается до температуры 80-90°С в течении 30 минут, после чего смешивается с битумом в количестве от 0 до 100%.

В ходе проведенных работ были осуществлены экспериментальные исследования по определению адгезионных свойств композиционного битумного вяжущего с применением жидких продуктов быстрого абляционного пиролиза древесины.

При добавлении от 1 до 10% жидких продуктов быстрого абляционного пиролиза отходов древесины показала, увеличение адгезионной прочности битумного вяжущего в 1,94 раза, чем адгезионной прочностью контрольного образца. Проведенные исследования на различных битумах показали, что качество исходного битума напрямую влияет на адгезионную прочность при добавлении модификатора. Причем, чем ниже качество исходного битума, тем выше относительная степень улучшения адгезионной прочности модификатором.

При получении композиционного вяжущего было установлено увеличение объема битумного вяжущего при рабочих температурах. Количественная оценка увеличения объема показала увеличение объема до 38% при добавлении жидких продуктов быстрого абляционного пиролиза отходов древесины 15%. Причем увеличение объема не связано с газообразованием и обратимыми взаимодействиями, а объясняется термическим расширением композиционного вяжущего.

В результате исследований выявлено, что низкомолекулярные компоненты имеют отрицательное влияние на полученное композиционное битумное вяжущее. В связи с этим необходимо выделить данных компонентов, но с сохранением диапазона нормативных характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС)* [Электронный ресурс] // введена приказом Минкомсвязи России и Росстата от 16 ноября 2011 года №318/461 – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/>.
- [2] ТУ 0251-001-81073469-2013. Жидкое пиролизной топливо – Введ. 22.01.2013. – Казань.: ФБУ "ЦСМ Татарстан", 2013 – 13 с. – ОКП 02 5149. Группа Б 13.
- [3] Файзрахманова, Г.М. *Исследование жидких продуктов быстрого пиролиза низкокачественной древесины (бионефти) в качестве комплексной добавки для дорожно-строительных материалов* / Г.М. Файзрахманова, О.Н. Ильина, А.Н. Грачев, В.Н. Башкиров // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 20. – С. 213-216.

- [4] Файзрахманова, Г.М. *Использование древесной пиролизной жидкости для получения компонента вяжущего для дорожного строительства.* / Г.М. Файзрахманова, С.А. Забелкин, А.Н. Грачев, В.Н. Башкиров, А.А. Макаров // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – т.16 №13. – С. 133-134.
- [5] Файзрахманова, Г.М. *Использование древесной пиролизной жидкости для получения химических продуктов.* / Г.М. Файзрахманова, С.А. Забелкин, А.Н. Грачев, В.Н. Башкиров // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – т.15 №15. – С. 101-103.
- [6] Забелкин, С.А. *Синтез химических продуктов с использованием древесной пиролизной жидкости* / С.А. Забелкин, Г.М. Файзрахманова, Л.Н. Герке, А.Н. Грачев, В.Н. Башкиров // Вестник МГУЛ-Лесной вестник. – 2012. – №7. – С. 131-135.
- [7] Грачев, А.Н. *Утилизация отработанных деревянных шпал методом пиролиза* / А.Н. Грачев, Т.Д. Исхаков, В.Н. Башкиров, Р.М. Иманаев // Вестник Казанского технологического университета. – 2008. – №5. – С. 166-171.
- [8] Куликов, К.В. *Получение и исследование жидких биотоплива из биомассы дерева методом пиролиза* / К.В. Куликов, В.В. Литвинов, В.Н. Пиялкин, С.А. Забелкин, В.Н. Башкиров // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – т.15 №13. – С. 197-200.
- [9] Киселев, И.С. *Изучение взаимодействия дивинилстирольного термоэластопласта с битумом* / И.С. Киселев, Г.В. Рубайло и др. // Изв.вузов Строительство. – 1997. – №7. – С. 51-54.
- [10] Выродов В.А. *Технология лесохимических производств* / В.А. Выродов, А.Н. Кислицин, М.И. Глухорева. – М.: Лесная промышленность, 1997. – 352с.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОСАЖДЕНИЯ АЭРОЗОЛЯ В ВОЛНОВОМ ПОЛЕ В КАНАЛАХ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МИНИГРАДИРНЯМ

А.А. Кабиров

*Институт механики и машиностроения – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, 420111, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Лобачевского, д. 2/31
e-mail: grimoruu@yandex.ru*

1. ВВЕДЕНИЕ

Значительное количество процессов технологического характера протекают в ограниченном объеме и исследование потоков многофазной сред в них, является актуальной задачей при изучении свойств акустики. Наряду с этим, весьма важной экологической проблемой является загрязнение окружающей среды выбросами промышленных предприятий. Отработанные газы, пары воды, а также другие жидкости, содержащие особо опасные мелкие частицы, возникают в основном на предприятиях, связанных с угольными промышленностями, с производством металла, в теплотехнических установках, в градирнях [1]. Традиционные средства очистки газа или жидкости от опасных примесей (например, пыле-осадительные камеры, мокрые пылеуловители, скрубберы или электрофильтры) обладают недостатком, связанным с очисткой частиц с размерами менее микрон. Осаждение аэрозолей под действием волнового поля приводит к ускоренной очистке газа [2].

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ

Исследования проводились на установке с виброгенератором 1 марки ES-1-150/SDA-1/B-200 фирмы Dongling Vibration (рис. 1), который приводил в движение плоский поршень. Поршень диаметром $d = 0.1$ м колебался по гармоническому закону с заданной частотой ν в Гц в цилиндре 3 высотой $l = 0.038$ м, с последующим переходом в стеклянную трубу 5 длиной $L = 1.06$ м и диаметром $R = 0.0365$ м.

Управление и контроль вибростендом осуществлялся через компьютер 10 посредством пьезоэлектрического IEPЕ акселерометра 2 марки AP2037-100 фирмы GlobalTest и контроллера 11 с обратной связью VENZO 880 фирмы DTS (DynaTronic Corporation) через специальное программное обеспечение VibExpert. Рядом с поршнем располагался датчик давления 4 модели 8530C-15 фирмы Bruel & Kjaer, сигнал с ко-

того через трехканальный мостовой усилитель напряжения ENDEVCO 8 модель 136 фирмы Bruel & Kjaer подавался на цифровой осциллограф 9 модели DSO 3062A фирмы Agilent Technologies, а затем через RS-232 интерфейс на компьютер 10, где наблюдались и обрабатывались полученные данные с помощью специального программного обеспечения DSO3000. В качестве рабочей жидкости в экспериментах используется диэтил-гексил-себакат, из которой при помощи аэрозольного генератора АТМ 225 TOPAS создается аэрозоль с каплями, максимальное количество которых имеет геометрический диаметр 0.863 мкм. Для определения числовой концентрации аэрозоля используется система, состоящая из источника света 7 и люксметра 6 АТТ-1505 Актаком.

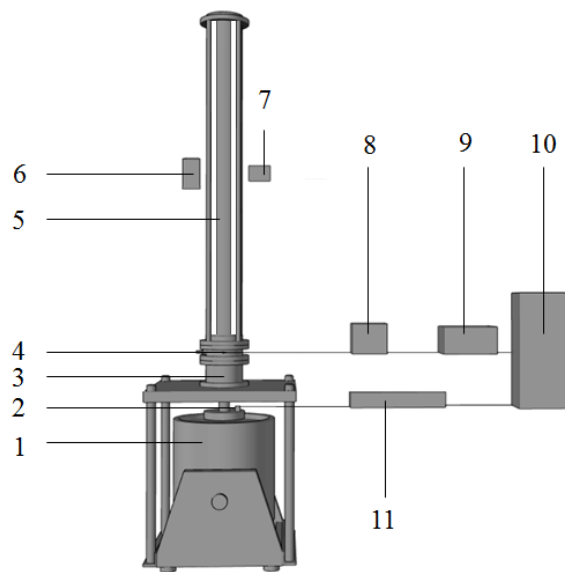


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате экспериментов найдены зависимости размаха колебаний давления газа от частоты возбуждения и числовой концентрации капель аэрозоля от времени, вблизи наблюдаемых первой и второй резонансных частот, которые совпадают с частотами учитывающими пристеночные потери.

Начальная числовая концентрация капель аэрозоля, равная 3.5×10^6 капель/см³ [3], монотонно уменьшается со временем для всех исследуемых амплитуд и частот возбуждения. Данный процесс происходит в несколько раз быстрее, чем при естественном осаждении капель, и связан с осаждением их на стенках трубы под действием акустического течения в виде тороидальных вихрей. По результатам экспериментов было найдено время осаждения капель аэрозоля вблизи первой и второй резонансной частоты. Из полученных данных видно, что осаждение ка-

пель происходит быстрее при второй гармонике, чем при первой (рис. 2).

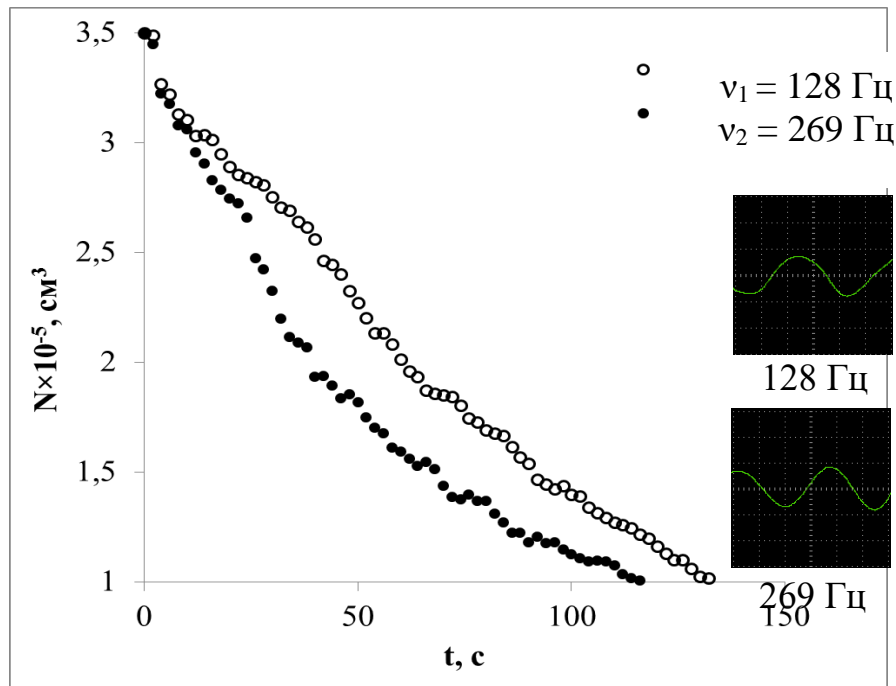


Рис.2. Зависимости от времени числовой концентрации капель аэрозоля в закрытой трубе для амплитуды смещения поршня $l = 0.1$ мм на первой и второй резонансных частотах.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены экспериментальные данные о нелинейных колебаниях аэрозоля в закрытой трубе вблизи резонанса. Вынужденные колебания аэрозоля вызывают уменьшение числовой концентрации ее капель со временем. При этом данный процесс происходит в несколько раз быстрее, чем при естественном осаждении капель.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В.Л. Федяев, И.В. Моренко, Р.Ф. Гайнуллин, Р.Ф. Гайнуллина, *О модернизации миниградирен*. Труды Академэнерго, Казань, (2008) 40.
- [2] В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, Д.С. Абраменко, *Акустическая коагуляция аэрозолей*, Ползуновский вестник № 1-2 (2008).
- [3] Л.А. Ткаченко, Р.Г. Зарипов, *Особенности нелинейных колебаний аэрозоля в закрытой трубе в безударно-волновом режиме*, Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Механика жидкости и газа. – (2011). - № 4 (3). - С. 1171–1173.

РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ И ОТДАЛЕННЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ АРКТИЧЕСКОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Н.П. Местников¹, Э.Г. Нуруллин²

ФГБОУ ВО «КГЭУ» (г. Казань, ул. Красносельская 51)¹
ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» (г. Казань, ул. Карла Маркса 65)²
e-mail: sakhacase@bk.ru¹, nureg@mail.ru²

1. ВВЕДЕНИЕ

В данной статье подробно описывается процедура разработки математического моделирования для расчета генерации и основных технических параметров гибридной станции мощностью 1,9 кВт, функционирующей на основе параллельной работы ветровых энергетических установок (далее – ВЭУ), солнечных панелей (далее – СП) и дизельных генераторов (далее – ДГУ). Гибридные станции являются одним из основных технических решений для эффективного пользования топливно-энергетическими ресурсами и электроснабжения объектов сельского хозяйства (далее – с/х) Федерального проекта «Дальневосточный гектар». Отмечается, что в данных объектах с/х критически не хватает объекты автономной и малой генерации. Установлено, что гибридные станции типа «ветер + солнце» наиболее целесообразно внедрять вдоль северного бассейна р. Лена в Республике Саха (Якутия) и по береговой линии глубиной до 100 км вдоль Охотского моря на территории Хабаровского края и Магаданской области. В обозначенных участках среднегодовая скорость ветра составляет более 5 м/с, продолжительность солнечного сияния до 2000 часов в год и показатель годовой солнечной инсоляции более 3,5 кВт*ч/м². В целях проверки данных полученных из математического моделирования была разработана и собрана гибридная станция мощностью 650 Вт типа «ветер + солнце».

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Цель исследования: Обеспечение условий экономии ГСМ для электроснабжения объектов сельского хозяйства проекта «Дальневосточный гектар» методом внедрения возобновляемых источников энергии.

Материалы и методы: Для составления подробного анализа выбора источника электроэнергии следует рассмотреть карты солнечной

активности, продолжительности солнечных дней в году и среднегодовой скорости ветра по России. Внедрение гибридных станций на основе параллельной работы энергии ветра, солнца и ДГУ возможен вдоль северной части Якутии вдоль реки Лена и побережья Охотского моря Магаданской области и Хабаровского края, где отмечено на рисунке 1.

В данной области среднегодовая скорость ветра составляет более 5 м/с, показатель солнечной инсоляции до $3,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год и продолжительность солнечного сияния более 2000 часов в год.

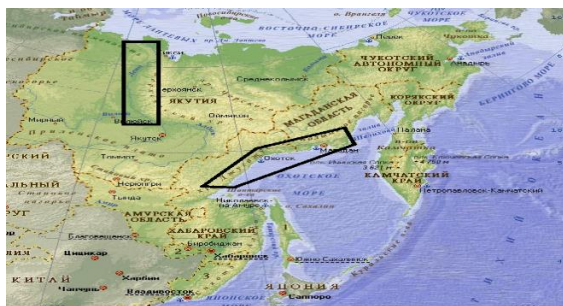


Рисунок 1 – Карта возможного внедрения гибридных станций в ДФО.

В рамках НИР была разработана математическая модель по расчету основных технических параметров солнечной электростанции с учетом на основе программы MathCad 14: географического положения, погодных условий, объема солнечной инсоляции, $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, средней скорости ветра, м/с, технические параметры выбранного оборудования, вспомогательные данные.

В итоге данная модель выдает необходимое количество солнечных панелей, аккумуляторов, инверторов, контроллеров и ветровых генераторов с указанием периода автономной работы гибридной станции.

В целях проверки данных полученных от математического моделирования гибридной станции была разработана и собрана гибридная станция в рисунке 2.



Рисунок 2 – Гибридная станция мощностью 650 Вт на базе лаборатории КГЭУ.

Далее проведен расчет для гибридной станции мощностью 1,9 кВт в с. Кыстатыам Республики Саха (Якутия) и были получены положительные результаты по показателю периода автономной работы систе-

мы «ветер + солнце» без использования ДГУ. Период равнялся до 10 месяцев работы.

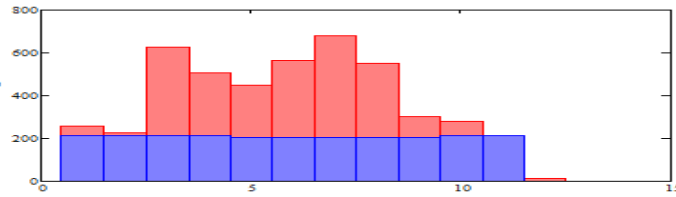


Рисунок 3 – График сравнения генерации ЭС и нагрузки потребителя.

В рисунке 3 красным цветом обозначен показатель генерации ЭС, а синим – нагрузка со стороны потребителя. По оси X – номера месяцев в году, Y – величина генерации в кВт*ч.

Экономическая эффективность: Основными затратами на проект для гибридной станции в с. Кыстатыам являются приобретение необходимого оборудования с учетом НДС 20%, которые составляют 825 000 рублей

Основная окупаемость проекта гибридной станции заключается в экономии топлива, которая равна 4,38 тонн за 1 год работы. Дисконтированный срок окупаемости равна 6 лет.

Выводы: В итогах НИР было доказано, что эксплуатация гибридных станций с комбинацией по системе «Ветер + Солнце» с резервным ДГУ приоритетен для объектов сельского хозяйства на Дальнем Востоке РФ. Комбинация ветровой и солнечной энергии может стать основным источником генерации для 100%-го электроснабжения потребителя на 10 месяцев в с. Кыстатыам на севере Республики Саха (Якутия). Разброс данных математического моделирования и лабораторных данных от гибридной станции мощностью 650 Вт составляют в пределах до $\pm 10\%$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Безруких П.П. Что может дать энергия ветра // Энергия: экономика, техника, экология. – 2000. №2. – с. 13-24
- [2] Воронков Э.Н. (2017), «Солнечная энергетика может стать одним из ключевых факторов формирования нового технологического цикла», *В сборнике: Промышленная энергетика*. 2017. № 4. с. 48-53.
- [3] Константинов А.Ф., Нетрадиционные энергоисточники Якутии/ Отв.ред.: Бурянина Н.С. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2006. – с. 121-123.
- [4] Пополов А. Энергетика третьего тысячелетия // Снабженец. – 2001. №35. – с. 52-56.
- [5] Калимуллин Л.В., Левченко Д.К., Смирнова Ю.Б., Тузикова Е.С. (2019), «Приоритетные направления, ключевые технологии и сценарии»

- рии развития систем накопления энергии», *В сборнике: Вестник ИГЭУ.* – 2019. – №. 1. с. 42-54.
- [6] Кабутов К. (2018), «Возобновляемые источники энергии: проблемы и перспективы использования в Таджикистане», *В сборнике: Хартия Земли и устойчивое развитие Таджикистана / Материалы Международной конференции Душанбе*, 2011. с. 75—81.
- [7] Местников Н.П., Нуруллин Э.Г. (2018), «Разработка децентрализованной системы электроснабжения малых сел гибридных станций», *В сборнике: Проблемы совершенствования топливно-энергетического комплекса / Материалы XIV Международной научно-технической конференции. 2018* Издательство: СГТУ им. Гагарина Ю.А., Саратов, с. 110-115.
- [8] Окорочков Р.В. «Тенденции и последствия развития мирового топливно-энергетического комплекса», *В сборнике: Вестник ИГЭУ.* – 2018. – №. 1. с. 75-86.
- [9] Хэ Кай, Су Линь, Воронков Э.Н. (2018), «Вклад возобновляемой энергетики Китая в формирование глобального технологического цикла», *В сборнике: Вестник МЭИ.* 2018. № 6. С. 43—50.
- [10] Техничко-экономические показатели РЭС северных районов РС(Я) на 01.01.2018 Министерство ЖКХ и энергетики РС(Я).

ТЕРМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЛУЗГИ ПОДСОЛНЕЧНИКА С ПОЛУЧЕНИЕМ ТОВАРНЫХ ПРОДУКТОВ (УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ)

С.А. Пушкин, А.Н. Грачев, А.А. Макаров

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский университет» (420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 68)

e-mail: serega_pushkin90@mail.ru

Лузга подсолнечника является побочным продуктом лущения семян подсолнечника перед их использованием для извлечения масла. Семена подсолнечника содержат примерно 20-30% лузги, которая удаляется до экстракции масла в связи с негативным воздействием на прессы и потому, что она снижает качество, как масла, так и шрота.

Лущение делается после очистки семян и их сушки до влажности 5%, что облегчает отделение ядра от лузги. Обычный способ состоит в дроблении семян механическими центробежными или пневматическими лущилками. Полученную в результате смесь провеивают, отделяя лузгу от ядер [1].

Шелуха подсолнечника имеет лёгкий вес при большом объёме, и, следовательно, транспортировка является дорогостоящей и нецелесообразной. Её используют в качестве топлива для маслозаводов. Но только половина лузги используется на месте для производства энергии. Оставшаяся половина вывозится для получения энергии или для других целей, таких как компостирование, подстилочный материал, или как некачественный корм для домашнего скота.

Согласно данным, предоставленным заказчиком паспортом, лузга имела следующие характеристики:

- массовая доля влаги и летучих веществ – 12,3%;
- массовая доля сырого жира в пересчёте на абсолютно сухое вещество – 6,0% [2].

Исходное сырьё в виде подсолнечной лузги подвергается процессу пиролиза, заключающемуся в термическом разложении без доступа кислорода при температуре 450-550°C [3]. В результате этого процесса образуется два основных вида продуктов, используемых для получения брикета: твёрдые в виде угля и жидкие продукты. Далее уголь и вяжущее на основе ПЖЛ смешивались с образованием шихты [4,5]. Из шихты путём прессования получались брикеты. Затем сырые брикеты отжигались в печи при температуре до 900°C.

В результате пиролиза лузги подсолнечника получены фракции: уголь – 35%; жидкие продукты – 45%; газ – 20%.

Пиролизная жидкость при хранении или при термическом воздействии разделяются на два слоя – верхний и нижний. Из полученных результатов компонентного состава исследуемых пиролизных жидкостей было определено, что пиролизная жидкость содержит до 61% Acetic acid. Содержание остальных компонентов намного меньше и не превышает 2%. Преимущественным компонентом нижнего слоя ПЖЛ также является Acetic acid, содержание которого доходит до 36,5%. Данный компонент в виде уксусной кислоты представляется интерес во многих отраслях промышленности (для получения душистых и лекарственных средств, как органический растворитель (в ходе производства ацетата целлюлозы)) и является перспективным продуктом для реализации. Возможность выделения уксусной кислоты из жидких продуктов пиролиза лузги подсолнечника является перспективным направлением.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Технология производства растительных масел* / [В.М. Копейковский, С.И. Данильчук, Г.И. Гарбузова и др.]: под ред. В.М. Копейковского. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. – 416 с.
- [2] ГОСТ 33625-2015. *Уголь древесный. Стандартный метод технического анализа.*
- [3] Bridgwater, A.V. *Biomass fast pyrolysis* / Antony V. Bridgwater // *Thermal Science*. – 2004. – №8 (2). – P. 17-45.
- [4] Гильфанов М.Ф. *К вопросу использования жидких продуктов пиролиза древесины в качестве связующего для брикетирования* / М.Ф. Гильфанов, С.А. Забелкин, А.Н. Грачев, В.Н. Башкиров // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2013, №21. – С. 106-108.
- [5] Гильфанов М.Ф. *Исследование термохимического метода переработки органических отходов агропромышленного комплекса, деревообрабатывающей и лесной промышленности* / М. Ф. Гильфанов, В. Н. Башкиров, Г. М. Файзрахманова, С. А. Забелкин, А. Н. Грачев, А. З. Халитов, И. Г. Земсков // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2012, №18. – С. 66-68.