



ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

ВЫПУСК III

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

Научное издание

**ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ И
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Сборник научных статей
молодых ученых, аспирантов и студентов

Выпуск III

Редактор Т.М. Г л и н к и н а
Инженер по компьютерному макетированию М.С. А н у р ь е в а

Подписано в печать 13.02.2012.
Формат 60 × 84 / 16. 16,97 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 45

Издательско-полиграфический центр ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

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

Выпуск III

**Информатика, вычислительная техника, информационные системы.
Системный анализ и управление, приборы.
Материаловедение, нанотехнологии, машиностроение.
Биотехнология, биомедицинская инженерия.
Технология продуктов питания.
Процессы и аппараты химических и других технологий.
Энергетика, энергосбережение.
Архитектура и строительство, транспорт.
Экономика, управление качеством продукции**



Тамбов
Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
2012

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, проф. С.И. Дворецкий (ответственный редактор),
д-р техн. наук, доц. М.В. Соколов (зам. ответственного редактора),
д-р техн. наук, проф. В.И. Леденев, д-р техн. наук, проф. В.В. Леденев,
д-р пед. наук, проф. Н.П. Пучков, д-р ист. наук, проф. А.А. Слезин,
д-р ист. наук, проф. С.А. Есиков, д-р техн. наук, проф. Н.С. Попов,
д-р техн. наук, проф. С.В. Пономарев, д-р техн. наук, доц. П.В. Монастырев,
д-р техн. наук, проф. О.С. Дмитриев, д-р техн. наук, проф. Г.М. Куликов,
д-р хим. наук, проф. А.Б. Килимник, д-р техн. наук, проф. В.Е. Подольский,
д-р техн. наук, проф. Ю.Ю. Громов, канд. техн. наук, доц. А.В. Майстренко,
д-р техн. наук, проф. Н.Ц. Гагапова, д-р техн. наук, проф. А.Г. Ткачев,
д-р техн. наук, проф. Д.М. Мордасов, д-р техн. наук, проф. Г.С. Баронин,
М.А. Евсейчева

П781 Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития : сборник научных статей молодых ученых, аспирантов и студентов / ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов, 2012. – Вып. III. – 292 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8265-1058-2.

В сборнике представлены статьи участников отборочного тура программы У.М.Н.И.К. 2011 года в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского», а также молодых ученых, аспирантов и студентов по приоритетным научным направлениям университета: исследования в области естественных, гуманитарных и общественных наук, архитектуры и строительства; нанотехнологии и создание новых материалов; энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в химической и биотехнологии; информационные системы и технологии; обеспечение контроля и управления качеством продукции, процессов и услуг.

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

ББК я43

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

ISBN 978-5-8265-1058-2

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»), 2012

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 004.75

*В.В. Морозов, А.М. Манаенков**

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ МАРКЕТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОИСКА И АНАЛИЗА ТОВАРОВ И УСЛУГ (ГИМС)

Основная идея разрабатываемого программного продукта – предоставить пользователям сети интернет информационную систему для поиска и сравнения цен на широкий ассортимент товаров и услуг различных торговых центров, магазинов, промышленности, компаний, находящихся в вашем городе, с возможностью отображения географического положения выбранного субъекта и кратчайшего к нему пути, что также учитывается при поиске.

С другой стороны, данная система предназначена для предприятий и организаций – предоставляет им услуги по сбору информации, аналитическим отчетам и рекламы. В итоге одна из основных целей данного ресурса – это также создание информационно-торговой платформы для организаций России, осуществляющих свою деятельность в оффлайне. Другими словами, любой организации не составит труда завести бесплатно свою страничку с большим набором инструментов для позиционирования своего бизнеса в сети интернет.

Наполнения контента странички любой организации может происходить как в ручном, так и в автоматическом режиме. Для этого предусмотрена возможность практически типичных механизмов выгрузки наиболее популярных на сегодняшний день программ для ведения складского и бухгалтерского учета. Другими словами, требуется лишь подготовить файл выгрузки и прикрепить его в настройках своей личной страницы, и списки продукции с описанием и картинками автоматически разместятся на страничках вашей организации.

Система делает бизнес более прозрачным для клиентов и представляет собой информационную систему, в которой вы можете быстро разместить каталоги с ценами своей продукцией и услугами, на-

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.А. Немтинова.

строить параметры поиска, указать на карте местоположение вашей торговой точки.

Основные достоинства продукта заключаются в геоинформационных сервисах, способствующих принятию решений по управлению предприятием, и в осуществлении обратной связи между бизнесом и клиентами [1]. Так разработанная система отзывает будет контролировать как качество продукта, так и мониторинг пожеланий-спроса клиентов. Следовательно, инструменты ГИМС ориентированы на организации любого масштаба, включая небольшие ИП из любого населенного пункта страны.

Регистрацию организаций на ресурсе планируется осуществлять бесплатно, цены берутся либо с прайсов уже существующих – при помощи технологии автоматического сбора информации, вносятся вручную через сайт или загружаются данные с прикладного программного решения организации для ведения складского/бухгалтерского учета по специально разработанному алгоритму (рис. 1).

Большинство организаций нуждаются в информационном обеспечении своей деятельности конъюнктурной рыночной информацией. В России сегодня нет общенациональных телекоммуникационных систем, специализированных на торговле, которые предоставляют услуги прямого автоматического взаимодействия с удаленными массивами информации. Проблемы рынка существуют, и организациям в сети приходится регистрироваться и заводить личные странички на неспециализированных ресурсах, таких как facebook.com, vkontakte.ru, прибегать к разным хитростям, в основном воспринимающимся разными пользователями как спам. ГИМС представляет собой информационно-торговую систему взаимосвязи между производителями с широким инструментарием для анализа, контролирования качества, геоинформационными сервисами [2].



Рис. 1. Добавление товаров на сайт

Разрабатываемая информационная система состоит из ряда модулей, в результате взаимодействия которых представляются сервисы для поддержки малых и средних предприятий России (рис. 2).

В результате реализации проекта предприятия и организации России и стран СНГ будут иметь следующие преимущества:

- возможность использования современных информационно-маркетинговых услуг и услуг телекоммуникаций;
- снижение издержек предприятий, организаций, администрации, связанных с деятельностью в информационной и рекламной сфере;
- усовершенствование информационной основы принятия решений по управлению экономической деятельностью для предприятий, организаций и администрации;
- создание дополнительных возможностей для развития внутрирегиональной и межрегиональной торгово-производственной кооперации.

Предприятия и организации страны будут иметь возможность:

- использовать комплекс современных информационно-маркетинговых услуг и услуг телекоммуникаций;
- изучать спрос и предложения для любой группы товаров и услуг;
- создать условия для полной оценки эффективности работы в любой отрасли;

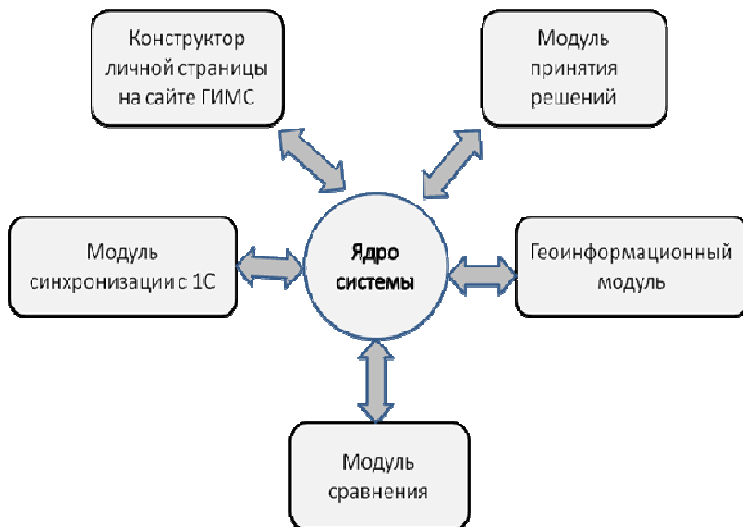


Рис. 2. Основные компоненты системы

- снизить издержки предприятий, организаций, администрации, связанные с деятельностью в информационной сфере;
- усовершенствовать информационную основу принятия решений по управлению экономической деятельностью для предприятий, организаций и администрации.

Проект позволяет людям выбирать товары и услуги по оптимальным ценам, тем самым улучшая социальную стабильность в среде широких слоев общества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Немтинов, В.А. Информационное пространство при управлении химическим предприятием / В.А. Немтинов, А.М. Манаенков, В.В. Морозов // Химическая промышленность сегодня. – 2010. – № 9. – С. 6 – 13.
2. Немтинов, В.А. Использование Интернета при информационной поддержке принятия решений по управлению промышленным предприятием / В.А. Немтинов, А.М. Манаенков, В.В. Морозов // Прикладная информатика. – 2010. – № 4(28). – С. 8 – 12.

Кафедра «Автоматизированное проектирование технологического оборудования» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 004.422.81

*А.М. Бабичев**

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ СЕТЕВЫХ КЛИЕНТОВ НА ОСНОВЕ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ

В настоящее время получили большое распространение различные портативные устройства, такие как ноутбуки, нетбуки, интернет-планшеты и смартфоны. Они обеспечивают постоянное присутствие владельца в сети и помогают ему работать, даже находясь вдалеке от своего рабочего места. Однако у них имеются свои недостатки, как например низкая производительность по сравнению со стационарными рабочими станциями, различные программные платформы, не всегда совместимые друг с другом и т.д. Для устранения этих недостатков можно использовать так называемые «облачные технологии».

Развитие мобильной техники и облачных технологий способствует использованию их для контроля за рабочими процессами вне рабочей

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф., проректора по информатизации ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.А. Подольского, канд. пед. наук, доцента Н.А. Иньковой.

зоны. На зарубежном и отечественном рынках существуют программные продукты, осуществляющие удаленное управление компьютерными системами, однако эти программы не предоставляют достаточной гибкости в эксплуатации, так как требуют обязательной установки на компьютер администратора, а также часто адаптированы только для одной платформы и не имеют возможности запуска с мобильных устройств.

Система удаленного администрирования сетевых клиентов на основе WEB-технологий разрабатывается с прицелом на использование на различных мобильных устройствах, таких как планшетные компьютеры и смартфоны на iOS и Android, ноутбуки и нетбуки под управлением Windows, Linux или MacOS. Большинство существующих систем не обеспечивают достаточной гибкости в использовании, так как требуют обязательной установки дополнительных компонентов [1]. Такую гибкость могут обеспечить облачные технологии, доступные из веб-браузера, который обязательно прилагается в базовом наборе любой современной операционной системы.

Конечно, существуют системы, имеющие возможность удаленного управления через браузер. Однако эти системы используют технологию Adobe Flash для вывода данных в браузер. Исследования показывают, что данная технология имеет ряд недостатков, таких как крайне высокое энергопотребление при ее использовании, а также низкопроизводительная или отсутствующая реализация данной технологии на некоторых операционных системах, таких как Apple iOS. Поэтому было решено выбрать для разработки администраторской части язык JavaScript в связке с серверным языком PHP, связь между которыми осуществляется с использованием технологии Ajax.

Для начала работы в системе пользователь должен запустить на своем компьютере клиентскую часть системы. При запуске клиентская часть системы генерирует 8-значный идентификатор, состоящий из случайных чисел, и такой же пароль. Они шифруются и передаются в подсистему авторизации и записываются в базу данных для последующей проверки. Затем их следует передать администратору, который будет осуществлять управление компьютером и должен ввести этот идентификатор и пароль в веб-интерфейс подсистемы авторизации.

Если идентификатор и пароль совпадают, то происходит переход на веб-страницу, представляющую собой подсистему визуализации и выводящую в браузер изображение с рабочего стола клиента. Подсистема визуализации написана с использованием связки языков JavaScript и PHP. Необходимость такой связки обуславливается тем, что в языке JavaScript отсутствует прямая реализация работы с файловой системой, поэтому при попытке вывода файла изображения в веб-интерфейс этот файл оказывается заблокированным для перезаписи новыми изображениями, поступающими из подсистемы снятия изображений. Для решения этой проблемы используется специальный PHP-скрипт.

При запросе пользователя web-сервер просматривает документ, выполняет найденные в нем PHP-инструкции, а результат их выполнения возвращает пользователю. Сам скрипт находится на сервере и его содержимое просмотреть невозможно. При активации скрипта серверная программа выполняет все команды этого скрипта, не затрагивая статическую часть файла, и результат возвращается программатраузеру. Таким образом, PHP-скрипт считывает данные из файла изображения и формирует изображение, готовое к выводу в браузер, оставляя оригинальный файл открытым для записи.

Одновременно с этим начинает работать подсистема снятия изображения, которая снимает изображение с рабочего стола и передает на сервер, после чего оно выводится в подсистеме визуализации.

Для передачи команд от администратора клиенту используется подсистема ввода-вывода. Администратор через веб-интерфейс передает клиенту специально записанные и зашифрованные команды, которые затем интерпретируются и эмулируются на клиентской машине. Подсистема ввода-вывода через короткие промежутки времени считывает данные из базы данных, в которую записываются данные о командах мыши и клавиатуры, подаваемых через веб-интерфейс с помощью технологии Ajax.

Наибольшая часть передаваемых данных представляет из себя графические файлы, содержащие изображение с экрана сетевого клиента. В качестве таких файлов выступают файлы, перекодированные в формат GIF. Этот формат был выбран исходя из нескольких факторов. Современные веб-браузеры поддерживают только определенное количество форматов, основными из которых являются BMP, GIF, JPG и PNG. Каждый из этих форматов имеет недостатки и преимущества, так BMP передает изображение без потери качества и не требует перекодировки, однако исходные файлы имеют большой размер и долго передаются по сети; PNG также передает изображение без искажений и занимает значительно меньше места чем BMP, но кодирование занимает значительное время; JPG передает изображение с искажениями и также требует перекодировки, при этом размер файла получается сравним с размером PNG-файла. GIF был выбран, потому что передает изображение с минимальными искажениями, затрагивающими только цветовую палитру, но при этом кодировка занимает меньше времени, чем у форматов PNG и JPG, а размер файла GIF приблизительно равен размеру файлов этих форматов. В графическом формате GIF используется алгоритм сжатия Лемпеля-Зива-Велча (Lempel-Ziv-Welch, LZW) [2].

Главная задача состоит в определении оптимального размера исходящих от клиента данных, таких как графическое отображение удаленного рабочего стола. Размер графических данных напрямую влияет на время отклика клиента и на быстродействие системы в целом. Время отклика вычисляется по формуле:

$$T = X \times Y \times Q / S ,$$

где X и Y – размеры изображения по ширине и высоте, Q – качество изображения, S – скорость передачи данных в сети. Сочетание размеров изображения и качества дает размер изображения в байтах, соответственно соотношение размера (байт) и скорости (байт/с) даст искомое время отклика. Оптимальное значение T , округленное до целых, должно составлять 12 миллисекунд.

Для ускорения передачи данных исходное изображение с рабочего стола ужимается до размеров окна браузера принимающей стороны и разбивается на несколько небольших частей, размер и количество которых выбирается в зависимости от разрешения исходного изображения и скорости сети. После этого производится процедура вычисления приоритета пересылки данных частей. В первую очередь посылается та часть, в которой в данный момент находится курсор мыши. После этого идет сравнение частей на изменение с предыдущими переданными частями. Для этого части ужимаются до 10 % от собственного размера и производится сравнение их по уровням яркости, так как малейшее изменение части изображения будет заметно даже на уменьшенной версии этой части и отразится на ее общем уровне яркости. После того, как будут переданы измененные части изображения и часть изображения с находящимся на ней курсором мыши, передаются все остальные части.

Разрабатываемая система позволяет управляющему персоналу находиться вне территории управляемого объекта и дает возможность работать с этими объектами людям с ограниченными возможностями, а также всем тем, кто по каким-либо причинам не может присутствовать на данных объектах. Система позволит управлять одновременно несколькими сетевыми клиентами в рамках решения одних и тех же задач, что значительно увеличит производительность труда, даст возможность значительного увеличения заработной платы диспетчера и экономии денежных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подольский, В.Е. Повышение эффективности региональных образовательных компьютерных сетей с использованием элементов структурного анализа и теории сложности : монография / В.Е. Подольский, С.С. Толстых. – М. : Машиностроение, 2006. – 175 с.
2. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2005, 2006.

*А.Н. Уфимцев**

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ЗАЯВЛЕНИЙ В СУДАХ

В современном, постоянно развивающемся мире все большую роль завоевывают компьютерная техника, которая позволяет систематизировать и автоматизировать множество разнообразных, подчас рутинных задач в различных сферах деятельности.

Важным является то, что с помощью компьютерных технологий можно создавать и использовать базы данных с большим объемом информации, обеспечивать доступ к накопленной информации в любое время. В условиях, когда с каждым днем увеличивается количество обращений граждан в ту или иную организацию, важно обеспечить четкое и быстрое реагирование на каждое из таких обращений. При этом эффективную помощь оказывают автоматизированные информационные системы.

В настоящее время в судах Российской Федерации внедрение новых технологий не стоит на месте. Так продолжается внедрение государственной автоматизированной системы (ГАС) «Правосудие» – это территориально распределенная автоматизированная информационная система, предназначенная для формирования единого информационного пространства судов общей юрисдикции и системы Судебного департамента при Верховном Суде Российской Федерации [1]. Она должна обеспечивать информационную и технологическую поддержку судопроизводства на принципах поддержания баланса между потребностью граждан, общества и государства в свободном обмене информацией и ограничениями на распространение информации.

В федеральной целевой программе «Развитие судебной системы России» на 2002 – 2006 годы, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 20 ноября 2001 г. № 805, были поставлены задачи формирования единого информационного пространства, реализации конституционных принципов самостоятельности судебной власти и независимости судей, обеспечения единства судебной системы Российской Федерации, повышения эффективности деятельности судов, а также реализации прав граждан и юридических лиц на судебно-правовую информацию [2]. Именно этой программой было предусмотрено создание ГАС «Правосудие» в интересах федеральных судов общей юрисдикции и системы Судебного департамента.

* Работа выполнена под руководством канд. пед. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» И.П. Рак.

Анализ программных средств, используемых судами общей юрисдикции, показал, что они имеют общее назначение и не учитывают специфику конкретного учреждения.

Разработанная информационная система (ИС) предназначена для регистрации заявлений и жалоб граждан в судах. Для создания базы данных для ИС была использована СУБД FireBird v1.5. Это компактная, кроссплатформленная, свободная СУБД. Созданная база данных позволяет устанавливать ее на любом рабочем месте в локальной сети, при этом требования к аппаратному обеспечению минимальны. Клиентское приложение (журнал жалоб) было создано в среде разработки Delphi, поддерживает работу с множеством реляционных СУБД, в том числе и FireBird, и является наилучшим сочетанием объектно-ориентированного и визуального программирования.

Журнал жалоб поддерживает работу не только с FireBird, но и с множеством реляционных СУБД. В системе учтены все документы, которые прилагаются к жалобе (заявлению), кроме того существует удобный поиск по журналу, а также возможность прямого вывода сущности жалобы.

Данное приложение является узко специализированным и создано для нужд конкретного суда, следовательно, оно будет максимально полно соответствовать его требованиям. Данное программное изделие можно рекомендовать также к использованию для судов субъектов Российской Федерации.

Главной особенностью системы автоматизации учета заявлений и жалоб граждан является то, что она настраивается на ту уникальную схему документооборота, которая сложилась в организации (рис. 1).

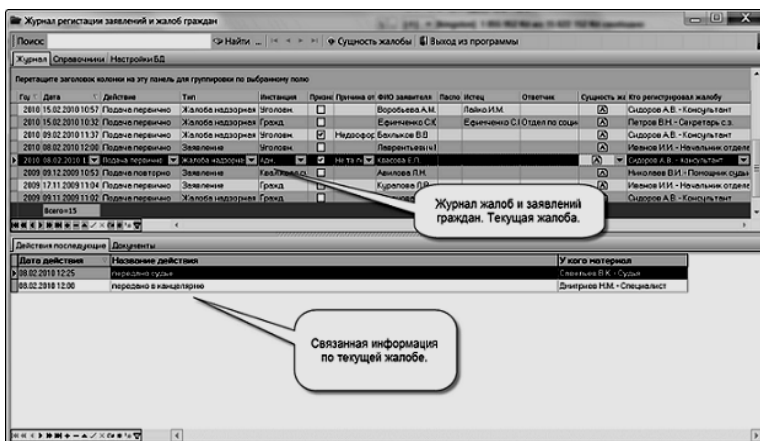


Рис. 1. Главное окно приложения

Разработанный программный продукт может быть использован в областном суде. Внедрение в практику автоматизированной системы регистрации заявлений и жалоб граждан позволит избавить работников суда от рутинной бумажной работы, занимающей большое количество времени и требующей определенных усилий, высвобождает время сотрудников и повышает производительность труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная автоматизированная система Российской Федерации «Правосудие» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sudrf.ru>.

2. Развитие судебной системы России» на 2002 – 2006 годы: постановление Правительства РФ от 20 ноября 2001 г. № 805 О федеральной целевой программе (в ред. от 6 февраля 2004 г.) // Гарант-Максимум. Версия от 17.04.2011.

*Кафедра «Уголовное право и прикладная информатика
в юриспруденции» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 004.021

*Е.А. Меркина**

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ

Существующие специализированные пакеты программ для проектирования рецептур продуктов питания имеют ряд недостатков, таких как высокая стоимость, ограниченность сведений по альтернативным сырьевым ингредиентам, отсутствие подсистемы (модуля) оптимизации рецептуры по совокупности критериев пищевой, биологической и энергетической ценности.

Для проектирования многокомпонентных пищевых систем предлагается использовать автоматизированную информационную систему (АИС), преимуществами которой являются: невысокая стоимость, доступная большинству средних и малых предприятий; возможность включения в состав рецептур как простых (однофазных), так и сложных (многофазных) продуктов, среди которых могут быть и конечные полуфабрикаты предприятий-поставщиков, а также полуфабрикаты

* Работа выполнена под руководством канд. пед. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е.И. Муратовой, канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» С.Г. Толстых.

собственного производства; удобный интерфейс, возможность оптимизации рецептов с учетом технологических особенностей конкретного пищевого предприятия [1].

Алгоритмическое и программное обеспечение АИС для расчета и оптимизации рецептов многокомпонентных пищевых систем базируется на объектно-ориентированном представлении знаний, основным достоинством которого является возможность наследования свойств и методов совместно с добавлением новых расчетных формул, учитывающих расширение сырьевого ассортимента, особенности производства, технико-экономические показатели процессов, протекающих в аппаратах технологической линии. В частности, может решаться задача проектирования пищевого продукта с заданными характеристиками из множества альтернатив ингредиентного состава с сохранением качественных показателей на заданном уровне с допустимым (или минимальным) уровнем себестоимости.

Отличительной особенностью объектно-ориентированного подхода к проектированию рецептов многокомпонентных пищевых систем является представление рецептуры в виде иерархической структуры (рис. 1). Каждая из вершин иерархической структуры представляет собой объект (готовый продукт, полуфабрикат, сырье). Каждый уровень иерархии соответствует определенной стадии изготовления пищевого продукта и может иметь свое, индивидуальное, число вершин, расположенных ниже по иерархии [2].

На рисунке 1 показана трехуровневая иерархия расчета рецептов, где первый индекс – номер уровня, второй – номер компонента рецептурной смеси. Алгоритм расчета многофазной рецептуры пищевого продукта начинается с расчета последнего уровня в наиболее длинной ветви иерархической структуры расчета.

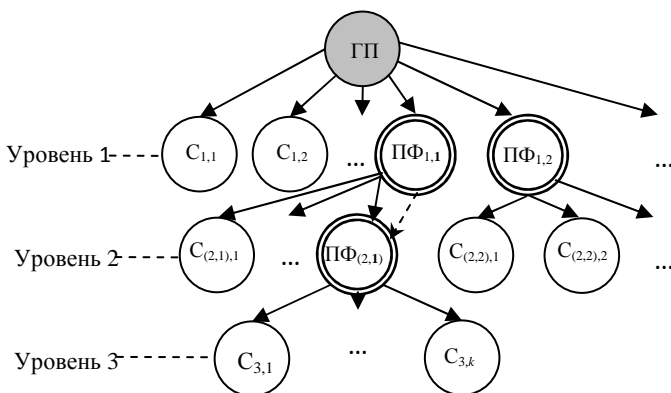


Рис. 1. Иерархическая структура рецептуры пищевого продукта:
ГП – готовый продукт; С – сырье; ПФ – полуфабрикат

При проектировании рецептур пищевых продуктов обычно определяют расход сырья на 1 т каждого полуфабриката и находят количество каждого вида сырья на часть полуфабриката, расходуемого на изготовление 1 т готового изделия. В заключение рассчитывают суммарное количество сырья на 1 т готового изделия с учетом предельно-допустимых потерь сухого вещества. Форма записи рецептуры представляет собой набор унифицированных таблиц, в которых производится расчет расхода компонентов для каждой стадии производства продовольственного продукта. Набор таблиц снабжается единой заключительной таблицей сводного расхода сырья на изделие в целом.

Таким образом, специфика расчета рецептур многокомпонентных пищевых систем состоит в том, что все расчетные данные связаны между собой. Так, расчетное значение расходных норм полуфабриката для получения 1 т готовой продукции используется в дальнейшем как заданный выход соответствующего полуфабриката.

Для проектирования рецептур кондитерских изделий была разработана объектная модель на языке UML. В состав модели входят следующие блоки: Расчетный модуль, Проверочный модуль, Первый расчетный триггер, Второй расчетный триггер, Третий расчетный триггер (рис. 2). Триггеры в терминологии языка UML имеют два состояния: «Расчет завершен» и «Расчет не завершен». Созданные три расчетных триггера осуществляют соответственно расчет расхода компонентов на пофазную загрузку, на 1 т полуфабриката и на 1 т готовой продукции, обеспечивая тем самым заполнение расчетных граф унифицированных таблиц. Расчет считается законченным, если все величины покомпонентных граф перешли из состояния NaN («Not a number») в состояние Number. Вычисления производятся с регулируемой точностью.

Данные из блока «Расчетный модуль» готового изделия поступают во вспомогательный «Проверочный модуль», в котором проверяется готовность триггеров. Если все триггеры переведены в состояние «Расчет закончен», управление передается финишному модулю. В противном случае вычислительный поток направляется последовательно в расчетные триггеры с учетом специфики конкретной иерархии рецептуры. Далее из блока «Расчетный триггер» полученные данные поступают в блок «Проверочный модуль», где рекурсивно осуществляется расчет сводной таблицы рецептуры и проверка баланса.

В результате проверки может выясниться, что в сводной таблице присутствуют пустые поля (состояние NaN), и тогда работа триггеров возобновляется.

Разработанная автоматизированная информационная система, основанная на использовании объектно-ориентированного представления информации, предназначена для оперативного расчета и оптимизации рецептур в условиях variability сырья.

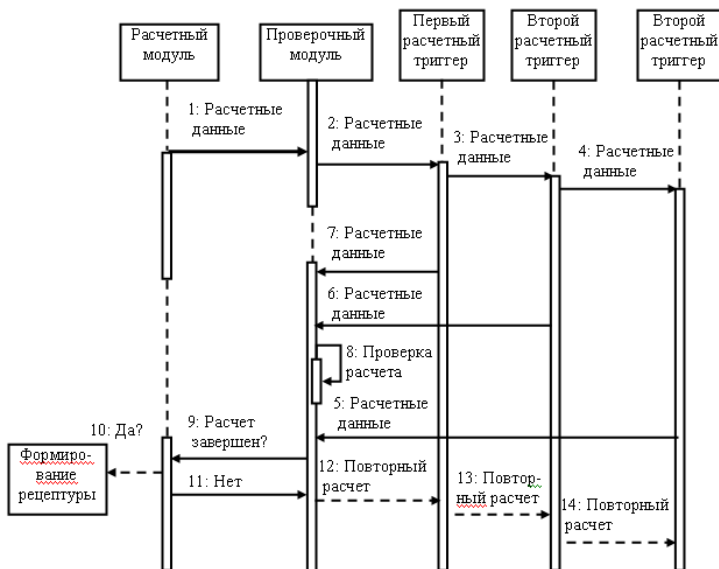


Рис. 2. МЛ-диаграмма «последовательности»

Она может применяться для расчетов унифицированных рецептов с учетом возможности взаимозаменяемости сырья и для проектирования рецептов продуктов питания нового поколения. В настоящее время программное обеспечение для расчета рецептов кондитерских изделий прошло тестирование, а программный модуль для оптимизации рецептов по пищевой и энергетической ценности находится в стадии разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка алгоритмического и программного обеспечения для расчета рецептов / Н.В. Донских, Е.И. Муратова, С.Г. Толстых, С.С. Толстых // Инновационные технологии и оборудование для пищевой промышленности (приоритеты развития) : материалы III Международной научно-технической конференции. – Воронеж, 2009. – Т. 2. – С. 368 – 372.
2. К решению задачи разработки оптимального состава сложных многокомпонентных пищевых систем / Е.И. Муратова, С.С. Толстых, С.Г. Толстых, Д.В. Леонов // Математические методы в технике и технологиях (ММТТ-23) : – сборник трудов 23-й Международной научной конференции Белгород, 2010. – С. 56 – 59.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*А.А. Руднев**

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И ТРЕНИНГА ПЕРСОНАЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Современные высокие темпы развития прогресса приводят к постоянному внедрению в промышленность инновационных наукоемких технологий, которые существенно повышают сложность управления технической системой. Количество аварийных ситуаций в химической и нефтегазовой промышленности, машиностроении, энергообъектах и других промышленных предприятиях, возникающих на предприятиях по вине человеческого фактора, увеличивается год от года. Поэтому приходится внедрять в производство информационные системы поддержки и принятия решений, средства автоматизации, направленные на автоматизацию процесса управления и сокращения обслуживающего персонала, что приводит к повышению требований к его квалификации.

Современный уровень развития компьютерных технологий открывает широкие возможности для разработки электронных средств обучения и тренинга персонала технических систем. Решение данной задачи предлагается осуществлять с использованием виртуальных тренажерных комплексов, которые направлены на всестороннюю подготовку оператора к решению различных производственных задач, как в штатном, так и аварийном режимах функционирования.

Тренажерные комплексы могут быть представлены в виде системы, основными компонентами которой являются: теоретическая часть (регламент, ПЛАС, обучающие видеоролики), практическая часть (тренажер в LabView, интерактивный 3D-компонент) и тесты.

В основе интерактивного 3D-компонента тренажера (рис. 1) лежат: трехмерная геометрическая модель производственной площадки, на которой размещен химико-технологический объект; функциональное обеспечение, позволяющее реализовывать на виртуальной производственной площадке все мероприятия, необходимые для локализации и ликвидации аварийных ситуаций. В дополнение к функциям обучающийся получает возможность перемещаться в виртуальном пространстве производственной площадки и операторной, подходить

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» М.Н. Краснянского.

ко всем смоделированным объектам (оборудованию, приборным щитам, средствам пожаротушения и др.) и выполнять соответствующие мероприятия, необходимые для локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

Помимо имитации пульта управления системой в виртуальном тренажерном комплексе предусмотрен модуль 3D-моделирования рабочего пространства оператора (размещение технологического оборудования и системы управления, помещения цеха, производственная площадка и др.) В данной статье рассмотрены предлагаемые нами подходы к разработке интерактивных 3D-моделей производственного пространства в среде UDK и их использованию в виртуальном тренажерном комплексе для обучения и тренинга персонала промышленных технических систем.

При моделировании виртуального производственного помещения возникает задача классификации, создания и размещения множества объектов в сцене с помощью геометрических преобразований в соответствии с предъявляемыми требованиями к создаваемой модели.



Рис. 1. Интерактивный 3D-компонент тренажера

Рассмотрим объекты виртуального производственного пространства в виде совокупности следующих множеств (рис. 1):

$$VirtPr = Ter \cup BSP \cup Vol \cup StM \cup SkM \cup PS \cup AS \cup TXR \cup Mat \cup SC \cup Lh ,$$

где *VirtPr* – моделируемое виртуальное производственное пространство; *Ter* – множество объектов ландшафта; *BSP* – множество объектов BSP-геометрии (Binary Space Partitioning); *Vol* – множество объемов (Volume); *StM* – множество статических моделей объектов (Static Meshes), которые импортируются в рабочую среду из сторонних редакторов; *SkM* – множество скелетных моделей (Skeletal Meshes); *PS* – множество систем частиц (Particle Systems); *AS* – множество анимации (Animation Sets); *TXR* – множество текстур; *Mat* – множество материалов; *SC* – множество звуковых сигналов (Sound Cues); *Lh* – множество источников света (Lights).

В процессе решения задачи классификации и разработки виртуального трехмерного компонента тренажера был разработан алгоритм создания виртуального интерактивного трехмерного компонента тренажера, который выглядит следующим образом:

1) Сбор данных по аппаратурному и конструктивному оформлению химико-технологического объекта.

2) Анализ плана локализации аварийных ситуаций (ПЛАС). Обобщение информации о возможных аварийных ситуациях и мероприятиях по их предупреждению и локализации.

3) Синтез трехмерных моделей производственной площадки, химико-технологического объекта и прилегающего пространства.

3.1. Создание ландшафта местности в соответствии с картами.

3.2. Создание и расположение 3D-объектов зданий и сооружений в соответствии с их реальными координатами.

3.3. Подготовка 3D-моделей аппаратуры, трубопроводов, тепло-трасс, лестниц, окон, дверей, столов и их текстур.

3.4. Размещение готовых моделей в цеха, прокладывание тепло-трасс ко всем зданиям.

3.5. Создание рабочего места оператора с собственным функционалом.

3.6. Создание скриптовых сцен возможных аварийных ситуаций по ПЛАС; роликов, демонстрирующих пути эвакуации.

3.7. Размещение источников освещения, глобальных и локальных.

3.8. Добавление звукового сопровождения.

3.9. Текстурирование всех созданных объектов.

3.10. Компиляция сцены.

В итоге был создан тренажерный комплекс для предприятия ОАО «Пигмент», в основе которого лежит технология выпуска продукта

нефтеполимерной олифы «Пиропласт 2К». Он дает возможность: освоения технологического процесса и системы управления; получения практических навыков при работе с объектом при штатных условиях; обучения и приобретения практических навыков выполнения работ по предупреждению, локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

Работа выполнена в рамках государственного контракта № 02.740.11.0624 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009 – 2013 гг.».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краснянский, М.Н. Системный подход к проектированию автоматизированной информационной системы обучения студентов и тренинга операторов химико-технологических систем / М.Н. Краснянский, С.В. Карпушкин, Д.Л. Дедов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – Тамбов, 2009. – Т. 15, № 4. – С. 926 – 935.

Кафедра «Автоматизированное проектирование технологического оборудования» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 004.4'2

В.В. Паладьев*

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения научных исследований необходимо быть не только специалистом в предметной области, но и обладать навыками программирования, алгоритмизации, математического моделирования и уметь строить аналитические модели (описания). Все это приводит к тому, что один человек не может решить задачу научного исследования без применения компьютерных инструментальных средств, обеспечивающих достоверность, требуемую точность и, главное, эффективность исследований. На рынке программных продуктов существуют решения, позволяющие частично автоматизировать исследования учебного и научного назначения. Например, программные продукты

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. В.Е. Дидриха.

Maple, MatLab, GPSS. Однако, у них есть существенные недостатки. Каждый из перечисленных продуктов является сложным в эксплуатации и требует от пользователя длительного и углубленного обучения, что приводит к существенному увеличению времени проведения научных исследований. Пользователь не получает никаких подсказок. Он самостоятельно должен изучить все методы решения поставленной задачи и выбрать оптимальный. Перечисленные продукты плохо расширяемы: пользователь ограничен лишь теми методами и процедурными моделями, которые присутствуют в программном продукте.

Все это приводит к необходимости разработки и реализации интеллектуальной информационно-аналитической системы (ИИАС) автоматизированной поддержки исследований. ИИАС должна снизить требования к квалификации пользователя за счет интеллектуального интерфейса, который постоянно подсказывает пользователю, какие действия ему необходимо осуществить. Централизованная база данных, содержащая аналитические описания, процедурные модели, расчетные модули и готовые решения, позволит избежать необходимости ее повторной разработки при решении похожих задач. Механизм поиска похожих аналитических описаний и процедурных моделей позволит уменьшить время имитационного исследования, так как у пользователя появится возможность доработать похожие процедурные модели или аналитические описания, а не разрабатывать их заново [1].

Задачи исследования:

1) построить логико-лингвистические модели выбора аналитического описания объектов и процедурных моделей для проведения научных исследований, модель формирования логического ключа;

2) синтезировать структуру информационного массива, включающего базу аналитических описаний, базу готовых решений, базу расчетных модулей и процедурных моделей, базу алгоритмов;

3) создать интеллектуальный интерфейс, позволяющий пользователю получать информацию о методах решения, о необходимых дополнительных данных, о ходе процесса формирования аналитического описания, расчетного модуля технического объекта и оперативно влиять на его протекание;

4) обосновать и предложить структуру ИИАС проведения научных исследований.

Объект исследования: ИИАС проведения научных исследований.

Предмет исследования: аналитические и процедурные модели ИИАС для построения аналитических описаний объектов и проведения научных исследований.

Методы исследования: для решения поставленных задач в работе использованы методы системного анализа, имитационного моделирования, теории нечетких множеств, численного анализа, методы искусственного интеллекта.

Проведя анализ существующих программных решений для научных исследований, можно сделать вывод о том, насколько они трудны и требовательны к знаниям пользователя [2].

На собственном опыте нам приходилось убеждаться, насколько приятнее, быстрее и удобнее работать с узконаправленным программным обеспечением, в котором для получения результата нужно нажать пару кнопочек, а не сидеть изучать синтаксис, искать нужные функции, вникать в логику сложного многофункционального, зачастую избыточного, программного обеспечения. Не говоря уже о том, что их тем более проблематично использовать студентам для решения учебных задач в ходе курсового и дипломного проектирования.

Пользователями разрабатываемой ИИАС будут все студенты и научные сотрудники.

Существует множество маленьких программ для решения той или иной научной задачи, но они мало известны и трудно доступны. С помощью ИИАС можно быстро находить решения поставленной научной задачи. За счет специализации на конкретных задачах, пользователям не нужно будет изучать программное средство, его логику и специальные команды.

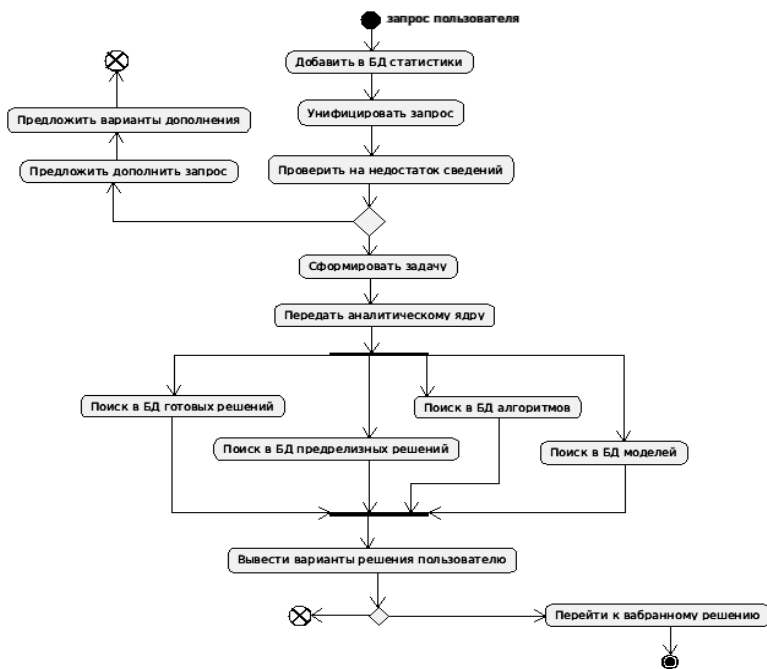


Рис. 1. UML-диаграмма деятельности

Пользователь на свой запрос получит или все существующие в ИИАС методы решения его (пользователя) задачи, будь то готовые программные продукты, пререлизные версии или алгоритмы решения поставленной задачи, или, в случае не понятного системе запроса, ИИАС попросит пользователя уточнить запрос, предложив пользователю варианты уточнения. Выбрав нужное, пользователь сразу сможет приступить к исследованиям, ведь везде будут подсказки, да и никакого кода писать не придется, только данные, необходимые для решения поставленной задачи (рис. 1).

На первых этапах зарабатывать планируется на рекламе, размещенной на сайте, по достижении хорошей посещаемости будет введена платная регистрация для доступа к ИИАС, а также равноуровневые коммерческие условия использования предлагаемых услуг и программных продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анфилатов, В.С. Системный анализ в управлении : учеб. пособие / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин ; под ред. А.А. Емельянова. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 368 с.
2. Соколов, А.В. Методы оптимальных решений : учеб. пособие для вузов. В 2 т. / А.В. Соколов, В.В. Токарев. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 564 с.
3. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления : учебник. Ч. IV. Принятие решений в системах управления / под ред. Н.Д. Егупова. – 2-е изд., стер. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 744 с.

*Кафедра «Информационные системы и защита информации»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 004.4.068

*А.А. Борисяк**

БАЗА ЗНАНИЙ «МАШИНЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»

Химическое машиностроение является одной из основных отраслей, которая определяет развитие и эффективность химической, нефтехимической и газовой промышленности.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.Г. Мокрозуба.

Стратегия развития химической и нефтехимической промышленности России на период до 2015 года (утверждена приказом Минпромэнерго России от 14 марта 2008 г. № 119) предусматривает ввод новых и модернизацию существующих объектов, что требует конструирования (проектирования) и изготовления соответствующего оборудования.

Одним из направлений интенсификации развития машиностроения является использование информационных технологий на всех этапах жизненного цикла выпускаемых изделий.

В настоящее время развитие информационных технологий идет в направлении применения их при решении интеллектуальных задач. В результате появился класс информационных систем для обработки и хранения знаний, в основе которых лежат онтологии предметных областей.

Цель данной работы – описание структуры и технологии создания интернет-онтологии (хранилища знаний) предметной области «Машины и аппараты химических производств» (БЗ МАХП).

Физически БЗ МАХП представляет собой web-ориентированную учебно-промышленную информационную систему, предназначенную для использования при решении следующих задач (функции системы):

1) конструирование элементов, узлов и отдельных единиц химического оборудования (аппараты с перемешивающими устройствами, колонные аппараты, емкости и т.д.);

2) поиск элементов и отдельных единиц оборудования по их функциональному назначению и условиям эксплуатации;

3) изучение студентами конструкций, методов расчета и конструирования химического оборудования.

Термин «учебная» используется не в смысле «облегченная», а наоборот, система «утяжелена» модулями, предназначенными для обучения студентов.

Прототипом БЗ МАХП является виртуальный кабинет «Конструирование технологического оборудования», который разработан с участием автора.

Кабинет позволяет:

– проводить механические расчеты технологического оборудования. Механические (прочностные) расчеты являются обязательными при конструировании технологического (химического) оборудования, так как оно представляет собой объекты повышенной опасности;

– выбирать типоразмеры отдельных элементов технологического оборудования. Типовое химическое оборудование состоит из стандартных или типовых элементов и узлов (обечайки, крышки, днища, опорные и строповые устройства, фланцы и др.);

– получать справочные данные, необходимые для разработки конструкции (механические свойства материалов, коррозионная стойкость материалов, виды сварных швов и др.);

- по 3D-моделям ознакомиться с типовыми конструкциями элементов. Современные графические средства позволяют создавать 3D-модели элементов и узлов максимально приближенные к реальным;
- создавать 2D-чертежи и 3D-модели по типовым конструкциям технологического оборудования.

Виртуальный кабинет представлен программами и информационными ресурсами, работающими в сети Интернет и в локальной сети (включая монопольное использование).

Интернет составляющая кабинета находится в свободном доступе по адресу www.gaps.tstu.ru\kir.

Несмотря на свою привлекательность для студентов (не только ТГТУ), описанный кабинет имеет ряд принципиальных недостатков, которые существенно сокращают круг его пользователей и делают практически невозможным коммерческое использование. Среди них:

- кабинет построен как хранилище данных, а не знаний. Это типовая система автоматизированного проектирования с элементами обучения студентов;
- пользователи не имеют возможности и у них нет заинтересованности в его развитии (добавлении знаний).

Повысить заинтересованность пользователей в развитии БЗ МАХП и коммерческую привлекательность проекта предполагается введением в систему знаний информации о производителях химического оборудования. Это значит, что декларированная выше функции системы – «поиск элементов и отдельных единиц оборудования по их функциональному назначению и условиям эксплуатации» – должна предоставлять информацию о производителях найденного оборудования. Информацию о производителях и характеристиках выпускаемого оборудования вводят на коммерческой основе сами производители или заказывают такой ввод у разработчиков БЗ МАХП, включая и разработку 3D-моделей оборудования.

Последнее привлекательно тем, что создавать 3D-модели могут студенты в рамках выполнения курсовых и дипломных проектов с соответствующей оплатой.

На основании вышесказанного БЗ МАХП должна состоять из следующих основных элементов:

- хранилище знаний;
- обработчик знаний;
- компоненты, обеспечивающие диалог с пользователем;
- компоненты разграничения прав доступа.

Представленная структура не отличается принципиальной новизной, ее ценность определяется способами реализации и хранящейся в ней информацией.

На рисунке 1 представлена диаграмма активности БЗ МАХП в формате UML.

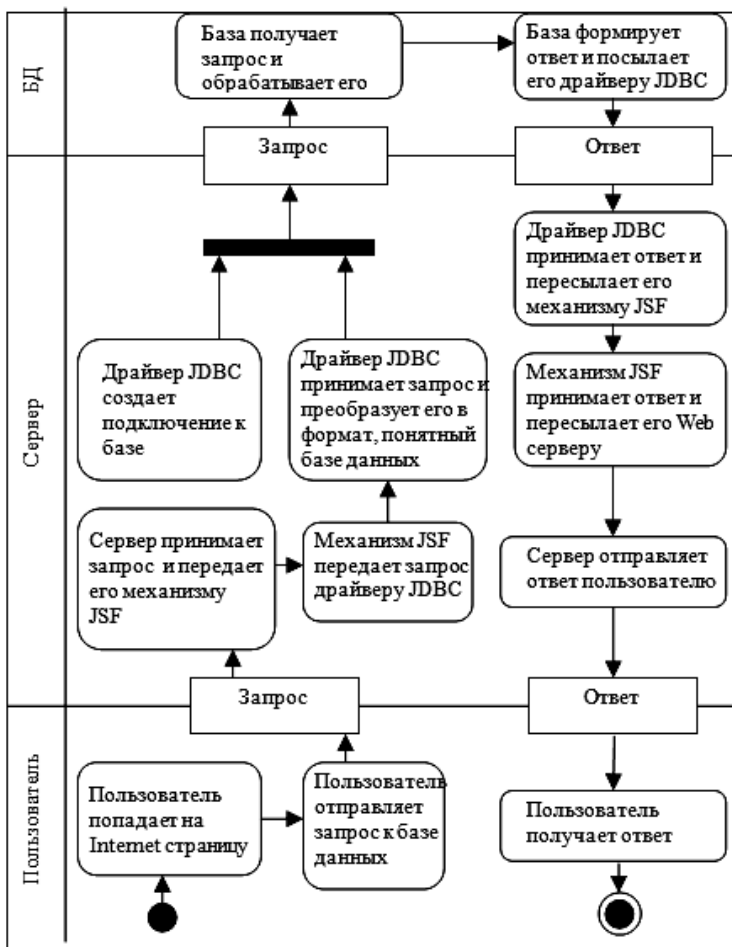


Рис. 1. Диаграмма активности БЗ МАХП

В настоящее время разрабатывается прототип БЗ МАХП для Unix WEB сервера (требование Internet провайдера Тамбовского государственного технического университета), среда хранения знаний MySQL (выбрана потому, что является свободно распространяемой).

Технология создания БЗ МАХП заключается в следующем:

- определить структуру хранимых знаний;
- разработать структуру реляционной базы данных для хранения знаний и алгоритмы их обработки;
- разработать программное обеспечение для организации диалога с пользователем и обработки знаний;

- определить источники знаний, предназначенных для хранения и обработки;
- преобразовать знания в форму, удобную для ввода в информационную систему;
- ввести первый эшелон знаний;
- провести тестирование разработанной системы;
- составить список заинтересованных организаций и разослать им уведомления о существовании подобной системы. Заинтересованные организации: вузы, проектные организации, производители и потребители химического оборудования.

На первом этапе формирования базы знаний предполагается:

- ввести информацию из основных нормативных документов;
- составить тезаурус терминов, включающий наименования элементов, оборудования и условий эксплуатации;
- составить дерево (классификатор) элементов и химического оборудования;
- составить правила выбора элементов и оборудования в зависимости от условий эксплуатации.

Кафедра «Автоматизированное проектирование технологического оборудования» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 004.891

А.В. Остроухов*

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии в образовании играют все более существенное значение. Современный учебный процесс сложно представить без использования компьютерных учебников, задачников, тренажеров, лабораторных практикумов, справочников, энциклопедий, тестирующих и контролирующих систем. Часто в качестве поддержки очного и заочного, дистанционного обучения используются информационные системы образовательного назначения (ИСОН). К основным преимуществам ИСОН можно отнести:

- создание условий для самообразования;
- возможность представления в мультимедийной форме уникальных информационных материалов;

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» О.Г. Ивановой.

- возможность автоматизированного контроля и более объективное оценивание характеристик пользователей (знаний и умений);
- возможность автоматической генерации большого числа не повторяющихся заданий для контроля знаний и умений;
- возможности поиска информации в ИСОН и более удобного доступа к ней (гипертекст, гипермедиа, закладки, автоматизированные указатели, поиск по ключевым словам, полнотекстовый поиск и др.).

Однако при всех преимуществах ИСОН имеется ряд нерешенных проблем:

- ИС являются статическими с заранее заданной неизменной структурой информационных ресурсов;
- ИС ориентированы на целевую аудиторию без учета меняющихся характеристик пользователей;
- отсутствуют эффективные средства адаптации контента в ИС образовательного назначения, позволяющие сократить сроки и повысить эффективность обучения;
- ИС образовательного назначения представлены готовыми программными продуктами без возможности гибкой настройки и дополнения желаемыми функциональными возможностями, что снижает степень масштабируемости архитектуры.

Тема разработки ИС образовательного назначения достаточно подробно представлена в работах отечественных и зарубежных ученых. Рассмотренные подходы хороши в плане простоты реализации, однако это исключает возможность адаптивного структурирования образовательного контента для конкретного пользователя. Адаптации к характеристикам пользователей приобретают первостепенную важность.

Актуальность исследования определяется тем, что в условиях интенсивного распространения информационных систем в мировом образовательном пространстве возрастает необходимость разработки интеллектуальной информационной системы образовательного назначения с возможностью адаптации контента.

В последние годы большой популярностью в университетах мира, в том числе и в РФ, пользуется программная среда MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). На основе Moodle можно сгенерировать свою LMS, которая позволит:

- создавать учебные курсы, используя как собственные программные средства, так и компьютерные материалы, разработанные с помощью других программ и упакованные в пакет SCORM;
- управлять учебной деятельностью учащихся;
- контролировать выполнение заданий;
- организовывать учебное общение и т.п.

Основные особенности Moodle, существенные прежде всего для образовательных учреждений (вузов, школ, учебных заведений начального и среднего профессионального образования):

1. Свободное распространение.
2. Открытость программного кода.
3. Развитие программного обеспечения.
4. Простота установки, поддержания и функционирования.
5. Функциональная полнота.

Указанные особенности Moodle предопределяют выбор этой среды для организации электронного дистанционного обучения многими университетами мира.

Указанные выше преимущества Moodle определили выбор этой системы в качестве основы для разработки технологии интеллектуального построения курса обучения, что обуславливается имеющимися возможностями построения и использования дополнительных модулей, реализующих интеллектуальные функции.

Прежде чем приступить к разработке интеллектуальной ИСОН, необходимо построить ряд моделей, отражающих сущность проектируемой системы и позволяющих провести анализ эффективности разрабатываемой системы. Возможным подходом к моделированию подобных систем является моделирование систем на основе математического аппарата сетей Петри.

Сети Петри являются эффективным инструментом моделирования дискретных процессов, в частности функционирования web-порталов. Их особенность заключается в возможности отображения параллелизма, асинхронности и иерархичности.

Анализ литературных источников [1] показал, что существующие подходы к построению раскрашенных сетей Петри и раскрашенных нечетких сетей Петри обладают дополнительными возможностями, которые могут быть использованы при моделировании интеллектуальной информационной системы обучения. Однако данная возможность не рассматривалась ранее и является задачей новой и неисследованной.

Иногда возникают задачи анализа данных, которые с трудом можно представить в математической числовой форме. Это случай, когда нужно извлечь данные, принципы отбора которых заданы нечетко: оценить степень успеваемости обучаемых, выделить надежных партнеров, определить перспективный товар и т.п. Рассмотрим типичную для задач подобного рода ситуацию – оценивание знаний обучаемых по результатам тестов. Предположим, что у нас есть информация о результатах тестирования нескольких десятков обучаемых за некоторый период времени. По окончании этого периода мы знаем, какие из этих обучаемых не прошли обучения, получили неудовлетворительные оценки, а какие успешно закончили прохождение обучения. Теперь нам необходимо решить вопрос о том, какие изменения необходимо внести в обучающий курс, чтобы дать возможность обучаемым, которые получили неудовлетворительные оценки, освоить не-

изученные темы. Значит, нам надо каким-то образом решить задачу анализа результатов тестирования.

На первый взгляд, решить эту проблему несложно – ведь у нас есть данные о результатах тестирования других обучаемых. Но на самом деле эта задача не так проста. При этом возникает проблема, связанная с тем, что имеющиеся у нас данные описывают прошедший период, а нас интересует то, что будет в дальнейшем. Таким образом, нам надо на основании имеющихся у нас априорных данных получить прогноз на дальнейший период. Для решения этой задачи можно использовать различные методы.

Так, например, наиболее очевидным является применение методов математической статистики. Однако при ограниченном количестве априорных данных статистические методы не могут гарантировать успешный результат.

Другим путем решения этой задачи является применение нейронных сетей, которые можно обучить на имеющемся наборе данных. В этом случае в качестве исходной информации используются данные результатов тестирования, а в качестве целевого поля – итоговые воздействия на обучающий курс с целью получения оптимального набора учебных элементов для обучаемых.

Но при использовании описанных выше методов мы не пытаемся найти закономерности в исходных данных. Однако существует метод, позволяющий автоматизировать все эти действия по поиску закономерностей – метод анализа с использованием нечетких нейронных сетей Кохонена.

Таким образом, анализ существующих систем обучения показал, что наименее исследованными являются вопросы адаптации структур курсов обучения. Создание обучающих курсов с возможностью адаптивного построения структуры представления материала является задачей новой и не достаточно исследованной. Поэтому целесообразным является разработка подхода к качественной оценке уровня успеваемости пользователя и построения оптимальной структуры учебного материала на основе использования элементов интеллектуальных информационно-коммуникационных систем. В данном случае использование элементов интеллектуальных ИС будет состоять в поддержке принятия решения в такой сложной ситуации, как построение обучающего курса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Живенков, А.Н. Анализ существующих и пути развития интеллектуальных обучающих курсов / А.Н. Живенков // Информационные системы и процессы : сб. науч. тр. / под ред. проф. В.М. Тютюнника. – Тамбов ; М. ; СПб. ; Баку ; Вена : Изд-во «Нобелистика», 2009. – Вып. 8. – С. 31 – 37.

УДК 621.396.6.001.2

*И.В. Князев, О.Ю. Дубовицкая, В.Н. Глистин**

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ФИЛЬТРА ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА ДАЛЬНОМЕРНОГО КАНАЛА

В современных автоматизированных системах управления воздушным движением (АС УВД) для обеспечения высокой пропускной способности и безопасности полетов необходима высокая точность измерения фазовых координат воздушных судов (ВС). Для повышения точности применяются фильтры сопровождения ВС, чьи алгоритмы функционирования зависят от моделей состояния и наблюдения, примененных при их синтезе. Часто модель состояния дальномерного канала радиолокационных станций (РЛС) базируется на гипотезе движения цели с постоянной скоростью или с постоянным ускорением. Алгоритмы линейной фильтрации, реализованные в РЛС в виде α - β и α - β - γ фильтров не дают достаточно высокой точности (особенно при интенсивно изменяющемся ускорении цели по линии визирования).

Фильтры третьего порядка с переменными коэффициентами более точно отражают физическую сущность процесса и обеспечивают лучшую точность оценки координат ВС. Модель системы по оценке дальности, скорости и ускорения:

$$\begin{cases} D(k) = D(k-1) + V(k-1)\tau + 0,5a(k-1)\tau^2; \\ V(k) = V(k-1) + a(k-1)\tau; \\ a(k) = a(k-1) + \xi_a(k-1); \end{cases} \quad (1)$$

$$D_{\text{и}}(k) = D(k) + \xi_{\text{дн}}(k). \quad (2)$$

Алгоритм оценки дальности, скорости и ускорения [1] в этом случае может быть представлен в виде:

$$D_o(k+1) = D_o(k) + K_{\phi 1} \Delta D(k+1); \quad (3)$$

$$V_o(k+1) = V_o(k) + K_{\phi 2} \Delta V(k+1); \quad (4)$$

$$a_o(k+1) = a_o(k) + K_{\phi 1} \Delta a(k+1); \quad (5)$$

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Ю.Н. Панасюка.

$$\Delta D(k+1) = D_n(k+1) - D_s(k+1); \quad (6)$$

$$\Delta V(k+1) = V_n(k+1) - V_s(k+1); \quad (7)$$

$$\Delta a(k+1) = a_n(k+1) - a_s(k+1); \quad (8)$$

$$P_s(k+1) = \Phi(k+1)P_0\Phi^T(k+1) + Q(k); \quad (9)$$

$$K_\phi(k+1) = P_s(k+1)H^T(k+1) \left[H(k+1)P_s(k+1)H^T(k+1) + R(k+1) \right]^{-1}; \quad (10)$$

$$P_s(k+1) = P_s(k+1) - K_\phi(k+1)H(k+1)P_s(k+1), \quad (11)$$

где $D_s(k+1)$, $V_s(k+1)$, $a_s(k+1)$ – экстраполяция дальности, скорости и ускорения; $K_\phi(k+1)$ – матрица оптимальных коэффициентов передачи фильтра; $P_s(k+1)$ – апостериорная ковариационная матрица ошибок фильтрации; $P_0(k+1)$ – априорная ковариационная матрица ошибок фильтрации; $R(k+1)$ – матрица дисперсий измерения; $Q(k)$ – матрица дисперсий возмущения.

Для исследования точности радиоэлектронных следящих систем (РЭСС) используют потенциальные и реальные точностные характеристики, которые могут быть получены аналитическими методами и с помощью имитационного моделирования. Для оптимальных РЭСС потенциальная точность характеризуется диагональными элементами априорной ковариационной матрицы ошибок фильтрации, представляющих собой дисперсии ошибок фильтрации компонентов вектора состояния (фазовых координат), которые позволяют судить о качестве функционирования оптимального фильтра и характеризуют точность оценивания. При этом необходимо отметить два обстоятельства. Дисперсия зависит от условий применения, определяющих в модели системы Φ и H , их статистических характеристик возмущений.

На основе алгоритма (3) – (11) было проведено статистическое имитационное моделирование дальномерного канала радиолокационной станции при следующих условиях: воздушное судно выполняет типовой маневр захода на посадку «большая коробочка» (исследуется участок от начала маневра до окончания 1-го разворота на 90°), измерение дальности производится относительно диспетчерской радиолокационной станции, скорость ЛА на линейных участках маневра 300 м/с, радиус разворота 5000 м, период дискретизации $\tau = 0,1$ с. Шум измерения дальности представляет собой гауссовский белый шум с математическим ожиданием $m_d = 0$ м, среднеквадратическим отклонением $\sigma = 300$ м. Изменение ускорения ВС по линии визирования при выполнении указанного маневра представлено на рис. 1.

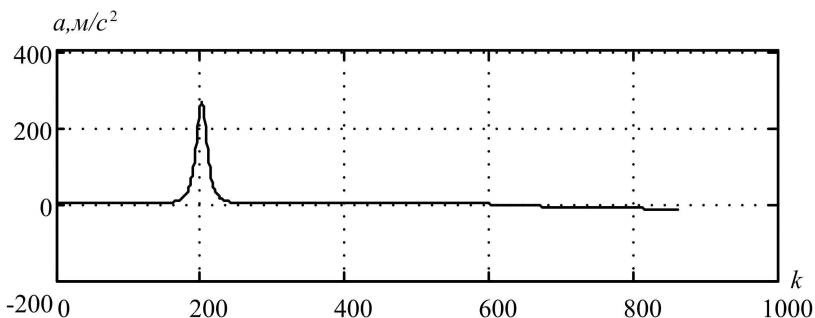


Рис. 1. Изменение ускорения ЛА

Как видно из графика (рис. 1) в районе 200-го шага ускорение ВС становится значительным, что приводит к увеличению динамических ошибок фильтрации, для снижения влияния которых в случае использования α - β и α - β - γ фильтрации придется увеличивать коэффициенты передачи фильтров, что в свою очередь приведет к ухудшению общей точности фильтрации (в том числе и на тех участках, где ускорение незначительно) за счет влияния флуктуационных ошибок и постоянства коэффициентов передачи фильтров.

Результаты моделирования фильтра дальномерного канала, функционирующего по алгоритму (3) – (11), представлены на рис. 2, где показана зависимость реального (сплошная линия) и потенциального (штриховая линия) среднеквадратического отклонения (СКО) дальности от времени с дискретностью τ .

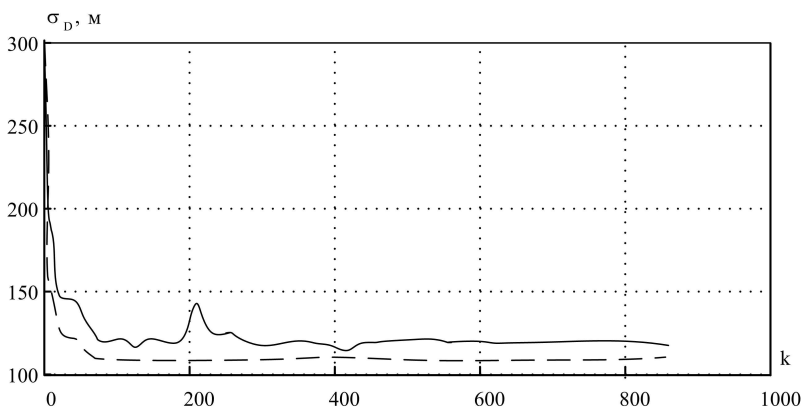


Рис. 2. Зависимость реального и потенциального СКО дальности от времени с дискретностью τ

Как видно из результатов моделирования, в районе 200-го шага наблюдается рост СКО дальности, вызванный возрастанием ускорения ВС, однако за счет автоматического подбора фильтром оптимальных коэффициентов передачи реальное СКО возрастает не критично и на участках, где ускорение незначительно, реальное СКО близко к потенциальному. Таким образом, фильтр, функционирующий по алгоритму (3) – (11), позволяет повысить точность измерения дальности за счет изменения коэффициентов передачи фильтра от шага к шагу. Общая точность данного фильтра выше, чем у фильтров с постоянными коэффициентами (α - β и α - β - γ фильтры).

Невысокая потенциальная и реальная точность исследуемого алгоритма функционирования дальномерного канала не отвечает современным требованиям радиоэлектронных следящих систем АС УВД. В связи с этим необходимо дальнейшее совершенствование алгоритмов вторичной обработки радиолокационной информации. Такое усовершенствование может быть осуществлено за счет улучшения моделей состояния и наблюдения, которые более точно отражают физическую сущность процесса. Примером может служить использование сведений о пространственном положении ВС, его основных динамических и кинематических характеристиках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Лобачев, Ю.В. Обработка радиолокационной информации в автоматизированных системах управления полетами / Ю.В. Лобачев, Ю.Н. Панасюк, Б.П. Комягин. – Тамбов : ТВВАИУРЭ, 2008.

2 Красовский, А.А. Справочник по теории автоматического управления / А.А. Красовский. С – М. : Наука б.н., 1987.

Кафедра «Радиотехника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 621.391.26

*К.М. Другов, Л.А. Подколзина**

СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ НАЗЕМНЫХ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Современный технический прогресс в области информационных технологий существенно расширяет тактико-технические возможности подвижных наземных объектов различного назначения. Значительную

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.В. Иванова.

роль в этом процессе играет решение задач определения координат местоположения, параметров движения объекта и пространственного положения его продольных осей (курса, крена и тангажа). Системы, решающие эти задачи, объединяются в информационно-управляющие комплексы навигации (КН). Наряду с оптимизацией управляющей части КН, общим направлением их развития в последние десятилетия является существенное повышение точности и надежности определения информационных параметров для решения вышеперечисленных задач, т.е. совершенствование информационной части КН. Эти обстоятельства в значительной мере предопределяют рост эффективности и безопасности эксплуатации подвижных наземных объектов.

Комплексы навигации служат для определения координат местоположения (широты и долготы), высоты в различных координатных системах и скорости, как при помощи спутниковой связи, так и без связи с ними.

В настоящее время существует множество систем и комплексов навигации наземных подвижных объектов, таких как «АвтоНав», «Азимут», которые основываются на различных методах определения координат местоположения. В общем случае все методы можно классифицировать на автономные и неавтономные.

Неавтономные методы решения задач навигации основываются на использовании внешних ориентиров или сигналов (например, звезд, маяков, радиосигналов и т.п.). Эти методы в принципе достаточно просты, но в ряде случаев не могут быть осуществлены из-за отсутствия видимости или наличия помех для радиосигналов. Самым распространенным неавтономным методом является метод спутниковой навигации. Спутниковая система навигации – комплексная электронно-техническая система, состоящая из совокупности наземного и космического оборудования, предназначенная для определения местоположения (географических координат и высоты), а также параметров движения (скорости и направления движения и т.д.) наземных, водных и воздушных объектов по сигналам спутниковых навигационных систем (СНС).

К автономным методам навигации относят инерциальную навигацию – метод определения координат и параметров движения различных объектов (судов, самолетов, ракет и др.) и управления их движением, основанный на свойствах инерции тел и являющийся автономным, т.е. не требующим наличия внешних ориентиров или поступающих извне сигналов. Этот метод относят к автономной навигации и ориентирования высокой точности. Еще одним методом автономной навигации является геомагнитный метод – построенный на вычисления пути при помощи одометра и компаса. Такой метод относят к автономной навигации и ориентирования средней точности.

В таблице 1 приведены несколько комплексов навигации наземных подвижных объектов, их состав и точность определения координат в разных режимах.

1. Комплекс навигации «Автонав» предназначен для:

- Определения навигационных параметров транспортного средства: координат местоположения, высоты в различных координатных системах и скорости.
- Определения углов ориентации транспортного средства (курс, крен, тангаж).
- Индикации местоположения транспортного средства на фоне цифровой карты.

Таблица 1

Наименование	Состав	Точность определения (СКО) с сигналами СНС в стандартном/дифференциальном режимах, м	Точность определения без сигналов СНС, % от пройденного пути
1. Автонав	Магнитный компас, приемник СНС, инерциальная система	5	Нет данных
2. Азимут	Датчик угловой ориентации, датчик пути, приемник СНС	25	0,8 – 1,2
3. Азимут-И2	Приемник СНС	10/2,5	–
4. Азимут-И2И	Приемник СНС, инерциальная система, датчик пути	10/2,5	0,1
5. Азимут-И2Г	Приемник СНС, блок измерительный геомагнитный, датчик пути	10/2,5	0,5

- Определения и индикация маршрутных параметров: средней скорости, расчетного времени прибытия, отклонения от заданного курса.
- Определения параметров движения, а именно: ускорений и угловых скоростей по трем осям.

• Регистрации определенных параметров в бортовом компьютере

2. Навигационная аппаратура «Азимут» предназначена для определения координат местоположения и дирекционного (азимутально-го) угла продольной оси подвижных наземных объектов, включая объекты на тяжелых колесных и гусеничных шасси. Аппаратура может быть использована для навигационного обеспечения движения транспортных средств общего пользования и специального назначения, а также в системах контроля за передвижением транспортных средств ведомств и организаций.

3. Навигационно-информационные комплексы («Азимут-И2», «Азимут-И2И», «Азимут-И2Г») обеспечивают навигацию наземных мобильных средств (НМС) по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS, автономную навигацию и ориентирование со средней («Азимут-И2Г») и высокой («Азимут-И2И») точностями, а также отображение навигационной и топогеодезической информации на фоне электронной карты, сопряжение с радиостанциями и цифровыми устройствами НМС, решение сервисных задач. По совокупности своих функциональных возможностей навигационно-информационные комплексы («Азимут-И2», «Азимут-И2И», «Азимут-И2Г») перекрывают практически весь спектр потребностей в навигационно-топогеодезической информации, удовлетворяющей современным требованиям по оперативности, точности и надежности основных классов НМС различных видов и родов войск.

Помимо аппаратуры, перечисленной в табл. 1, в состав навигационно-информационных комплексов («Азимут-И2», «Азимут-И2И», «Азимут-И2Г») входят блок системный, блок измерительный СНС ГЛОНАСС/ GPS, блок измерительный инерциальный, блок измерительный геомагнитный.

Блок системный включает защищенную ЭВМ с цветным графическим ЖК дисплеем и клавиатурой, модули интерфейса и сопряжения со штатной радиостанцией НМС. Блок измерительный СНС ГЛОНАСС/ GPS включает защищенную антенну и малогабаритный приемник-измеритель. Блок измерительный инерциальный включает вычислительное устройство, кольцевые лазерные гироскопы и высокоточные акселерометры. Блок измерительный геомагнитный включает цифровой магнитный компас, модуль акселерометров, датчик угловых скоростей.

Как видно из табл. 1, в режиме определения координат по сигналам СНС лучшие характеристики точности имеет «АвтоНав». Точ-

ность определения (среднеквадратическая ошибка (СКО)) координат местоположения составляет 5 метров. Однако более предпочтительными являются комплексные системы навигации, имеющие комбинированный режим работы. Обусловлено это тем, что при отсутствии сигналов СНС эти системы сохраняют работоспособность за счет наличия в их составе других датчиков, позволяющих определять координаты местоположения и параметры движения объекта. Как правило, в этом случае используются методы инерциальной навигации.

Современный уровень развития электроники позволил по-другому взглянуть на инерциальную навигацию, на смену аналоговым вычислителям пришли компактные цифровые устройства, повышается точность и уменьшаются габариты чувствительных элементов. Современная инерциальная навигационная система – это уже не большой тяжелый ящик, достаточно высокие точности теперь доступны и при малых габаритах системы и чувствительных элементов. В качестве чувствительных элементов инерциальной навигационной системы применяются миниатюрные гироскопы и акселерометры, выполненные по MEMS технологии.

На сегодняшний день в мире сосуществуют несколько глобальных навигационных систем, среди которых: американская GPS, российская ГЛОНАСС, европейская Galileo. В некоторых странах применяются свои навигационные разработки, но они не являются глобальными и доступ к ним ограничен. К примеру, в Китае действует спутниковая система Beidou, в составе которой 4 спутника на орбите. Но сможет ли она стать глобальной или останется региональной с зоной видимости Китая и сопредельных государств, пока сказать трудно.

Сейчас активно выпускаются и дальше развиваются совмещенные приемники СНС, работающих с сигналами сразу двух спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS, что является перспективным направлением развития современных комплексов навигации наземных подвижных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешин, Б.С. Ориентация и навигация подвижных объектов / Б.С. Алешин, К.К. Веремеенко, А.И. Черноморский. – М. : Физматлит, 2006. – С. 7 – 11.
2. Официальный сайт www.sozvezdie.su/catalog/navigatsionnaya_apparatura_azimut/.
3. Официальный сайт www.vpk.gov.by/catalog/kamerton/254/.
4. Официальный сайт www.teknol.ru/products/earth/avtonav/.

*М.Ф. Султани**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОФАЗОВОГО ИНВЕРТОРА

Статические инверторы используются в широком диапазоне прикладных задач, начиная от маленьких переключений мощности в компьютере до большой электрической сети. Для управления выходом инвертора используются различные способы управления [1, 2]. Схема однофазового инвертора представлена на рис. 1.

Уравнения (1) и (2) демонстрируют модель однофазового инвертора:

$$\begin{bmatrix} \dot{i}_L(t) \\ \dot{v}_c(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{1}{L_f} \\ \frac{1}{C_f} & -\frac{1}{ZC_f} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_L(t) \\ v_c(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L_f} \\ 0 \end{bmatrix} v_{dc}(u); \quad (1)$$

$$v_o = [0 \quad 1] \begin{bmatrix} i_L(t) \\ v_c(t) \end{bmatrix}. \quad (2)$$

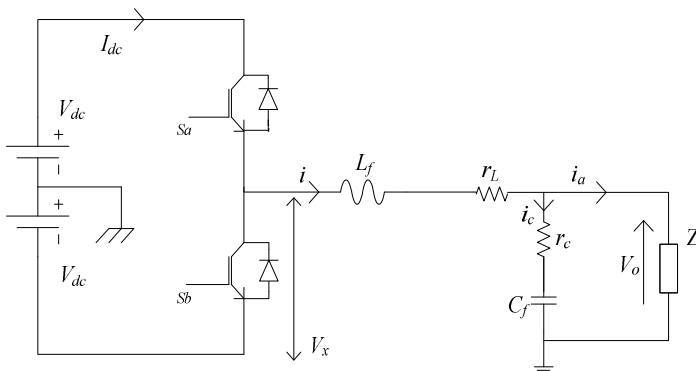


Рис. 1. Однофазовый инвертор

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Ю.Т. Зырянова.

1. α - β МОДЕЛЬ ОДНОФАЗОВОГО ИНВЕРТОРА (СТАЦИОНАРНАЯ МОДЕЛЬ)

В данной модели измеренный компонент постоянного тока преобразован к двум постоянным компонентам α - β . Изменение фазы между α - β равно 90° .

$$\text{Задержка } e^{-sT} = \frac{s-a}{s+a}.$$

На рисунке 3 представлена схема для α - β модели. Уравнения (3) и (4) описывают α - β модель.

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_\alpha \\ D_\beta \end{bmatrix} \frac{V_{dc}}{L} - \begin{bmatrix} I_\alpha \\ I_\beta \end{bmatrix} \frac{1}{L} \left(r_L + \frac{Z r_c}{Z+r_c} \right) - \begin{bmatrix} V_{c-\alpha} \\ V_{c-\beta} \end{bmatrix} \left[\frac{1}{L} - \frac{r_c}{L(Z+r_c)} \right]; \quad (3)$$

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} v_{c-\alpha} \\ v_{c-\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_\alpha \\ I_\beta \end{bmatrix} \frac{Z}{C(Z+r_c)} - \begin{bmatrix} V_{c-\alpha} \\ V_{c-\beta} \end{bmatrix} \frac{1}{C(Z+r_c)}. \quad (4)$$



Рис. 2. α - β компоненты

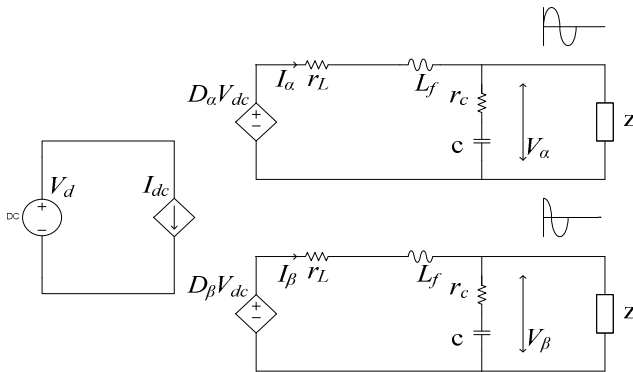


Рис. 3. Схема однофазового инвертора (α - β модель)

2. d-q МОДЕЛЬ ОДНОФАЗОВОГО ИНВЕРТОРА (ВРАЩАЮЩАЯСЯ МОДЕЛЬ)

Преобразование от постоянной к вращающейся структуре осуществляется матрицами преобразования (5, 6). X_α и X_β – значения тока или напряжения в постоянной структуре.

$$T = \begin{bmatrix} \sin wt & \cos wt \\ -\cos wt & \sin wt \end{bmatrix}; \quad (5)$$

$$\begin{bmatrix} X_d \\ X_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin wt & \cos wt \\ -\cos wt & \sin wt \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_\alpha \\ X_\beta \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Уравнения (7) и (8) определяют d - q модель.

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} = \frac{V_{dc}}{L} \begin{bmatrix} D_d \\ D_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & w \\ -w & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} - \frac{1}{L} \begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix}; \quad (7)$$

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} = \frac{1}{C} \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & w \\ -w & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} - \frac{1}{ZC} \begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix}. \quad (8)$$

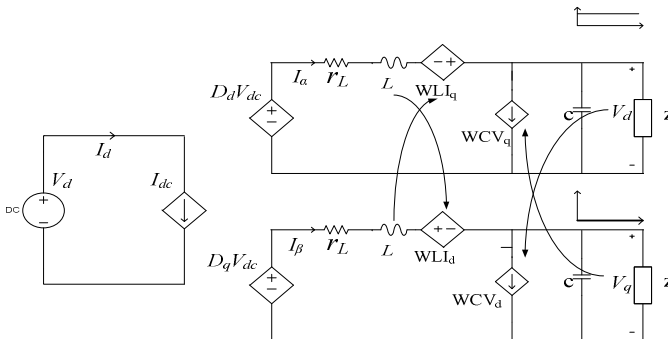


Рис. 4. Схема однофазового инвертора (d - q модель)

ВЫВОДЫ

Моделирование однофазового инвертора с использованием d - q структуры дает следующие преимущества:

- Инвариант времени управляет переменными и быстро адаптируется в случае изменения нагрузки.
- Сделает проектирование более простым, как и для инвертора постоянного тока с нулем ошибок в устойчивом состоянии.

- Легкая фильтрация компонентов обратной связи.
- Возможность разделения управления активной и реактивной мощностью, что позволяет управлять амплитудой и фазой отдельно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Saritha, B. Observer based current control of single-phase inverter in DQ rotating frame / B. Saritha, P.A. Jankiraman // Power Electronics, Drives and Energy Systems. PEDES '06: International Conference on. – 2006. – P. 1 – 5, 12 – 15.
2. The d-, q- axis Control Technique of Single phase Grid Connected Converter for Wind Turbines with MPPT and Anti-Islanding Protection / Jirawut Benjanarasut and Bunlung Neammanee // Electrical Power Systems, Energy Conversion, Paper ID 1436, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2011.

Кафедра «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 004.052

О.В. Мельник*

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Анализ надежности программного обеспечения состоит, как правило, из двух основных этапов: этап испытаний и тестирования и этап эксплуатации. На первом этапе обычно по результатам выборочных данных или субъективных наблюдений строится математическая модель, при помощи которой можно выполнить прогноз надежности программы на этапе эксплуатации. Анализ поведения на этапе эксплуатации предусматривает учет различных факторов и ограничений работы, таких как используемые аппаратные средства, способы обнаружения ошибок, времена исправления ошибок, допустимая область исходных данных, параллельное или последовательное совместное использование других программ, возможное использование избыточности [1].

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф., доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Ю.Т. Зырянова.

Возможно рассматривать надежность программного обеспечения как продукт производственно-технического назначения. Исходя из этого, надежность программного обеспечения – это комплексное свойство, состоящее, как и в случае технических объектов, из набора характеристик. Это корректность, устойчивость, восстанавливаемость и исправляемость программного обеспечения.

Для количественной оценки показателей надежности программного обеспечения используют модели надежности, под которыми понимаются математические модели, построенные для оценки зависимости надежности от заранее известных или определенных в ходе выполнения задания параметров. Эти модели можно разделить на две основные группы: эмпирические и аналитические. Выбирая методику оценки надежности, необходимо учитывать ее пригодность для различных стадий жизненного цикла, установления порядка ее совместного использования для определения надежности программного обеспечения на протяжении всего его жизненного цикла [2].

МОДЕЛИ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ

Эмпирические модели предназначены для оценки сложности программного обеспечения. Это модели оценивают множество характеристик программного обеспечения, таких как длина программы, информационное содержание, число подсистем, число операторов, сложность интерфейса и т.п. Примером эмпирической модели может являться модель Холстеда, которая оценивает количество оставшихся в программе ошибок после окончания ее разработки:

$$N_{\text{ош}} = K_{\text{но}} V_{\text{оп}} \log_2(\eta_1 + \eta_2),$$

где $N_{\text{ош}}$ – число ошибок в программе; $K_{\text{но}}$ – коэффициент пропорциональности; $V_{\text{оп}}$ – число операторов в программе; η_1 – число операторов в программном средстве; η_2 – число операндов в программном средстве.

Преимущество эмпирических моделей в том, что они не содержат сложных формул и вычисления по ним просты. Недостатком же является их грубость и приближительность. Кроме того, они не отражают динамики вычислительного процесса при эксплуатации программ.

Аналитические модели разделяются на статические и динамические. Среди динамических также можно выделить непрерывные и дискретные. При использовании непрерывной динамической модели предполагается, что функционирование программного обеспечения описывается набором последовательных состояний, переход между которыми происходит в случае возникновения отказа, за которым также следует восстановление.

Примерами дискретных моделей могут послужить модель Шумана и модель Мусса. В модели Шумана предполагается, что тестирование проводится в несколько этапов. Каждый этап представляет собой выполнение программы по набору тестовых данных. Выявленные в течение этапа тестирования ошибки регистрируются, но не исправляются. По завершении этапа исправляются все обнаруженные на этом этапе ошибки, корректируются тестовые наборы и проводится новый этап тестирования.

Предполагается, что при корректировке новые ошибки не вносятся и что интенсивность обнаружения ошибок пропорциональна числу оставшихся ошибок.

К преимуществам модели относится то, что по ней можно определить все неизвестные параметры, т.е. нет необходимости обращаться к другим моделям, что сокращает время расчета надежности. К недостаткам относится предположение, что при корректировке не вносятся новые ошибки, а это не всегда имеет место в реальных программах. Кроме того, в процессе тестирования необходимо регистрировать большое количество данных, необходимых для расчета по формулам этой модели.

Статические модели отличаются от динамических прежде всего тем, что в них не учитывается время появления ошибок. К статическим моделям относятся модель Миллса, модель Нельсона и модель Коркорэна.

Модель Коркорэна предполагает наличие в программном обеспечении многих источников программных отказов, связанных с различными типами ошибок, и разную вероятность их появления.

Преимуществом модели является то, что она учитывает существование в программном обеспечении нескольких источников ошибок, а также то, что расчет надежности с математической точки зрения проще, чем в других моделях.

Недостаток – необходимость определения статистическим методом вероятности того, что для очередного прогона программы будет выбран набор данных из предполагаемой области, что затрудняет расчеты.

К непрерывной динамической модели относятся модель Джелински – Моранды и модель переходных вероятностей Маркова.

Модель Джелински – Моранды основана на допущениях, что время до следующего отказа распределено экспоненциально, а интенсивность отказов программы пропорциональна количеству оставшихся в программе ошибок.

Согласно этим допущениям вероятность безотказной работы программного обеспечения как функция времени t_i равна:

$$P(t_i) = e^{-\lambda_i t_i},$$

где интенсивность отказов $\lambda_i = C_D(N - (i - 1))$; C_D – коэффициент пропорциональности; N – первоначальное количество ошибок;

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^{k-1} 1}{\sum_{i=1}^{k-1} t_i},$$

где k – номер прогнозируемого отказа.

При известных значениях k ; t_1, t_2, \dots, t_k можно найти значения параметров модели C_D и N , а затем интенсивность отказов, время от последнего до следующего отказа t_{k+1} , вероятность безотказной работы через время t_{k+1} после последнего отказа.

Основным преимуществом модели является простота расчетов. Недостаток этой модели состоит в том, что при неточном определении величины N интенсивность отказов программы может стать отрицательной, что приводит к бессмысленному результату. Кроме того, предполагается, что при исправлении обнаруженных ошибок не вносятся новые ошибки, что тоже не всегда выполняется.

ВЫВОДЫ

Таким образом, большинство моделей надежности программного обеспечения определяют надежность на начальных стадиях жизненного цикла. Применение рассмотренных моделей для оценки завершающих стадий жизненного цикла программного обеспечения ограничено по следующим причинам: на фазах производства и тестирования программного обеспечения информация о процессе отладки, обнаружении и устранении ошибок, как правило, недоступна; отказы при приемодаточных испытаниях малоинтенсивны или отсутствуют. Поэтому для определения надежности программного обеспечения на всех стадиях его жизненного цикла целесообразно применять, как минимум, две модели надежности программного обеспечения. Модель надежности программного обеспечения для фазы разработки выбирается для каждой конкретной программы. Для этого нужно собрать данные об ошибках, на основании имеющихся данных выбрать модель надежности, а затем выполнить тесты, показывающие, насколько эта модель подходит. Для определения надежности программного обеспечения на завершающих стадиях наиболее эффективно применять модели надежности с системно-независимым аргументом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Майерс, Г. Надежность программного обеспечения / Г. Майерс ; пер. с англ. Ю.Ю. Галимова ; под ред. В.Ш. Кауфмана. – М. : Мир, 1980. – 356 с.
2. Карповский, Е.Я. Надежность программной продукции / Е.Я. Карповский, С.А. Чижов. – Киев : Изд-во Техника, 1990. – 160 с.

Кафедра «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 66.067.55

*К.С. Стасенко**

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ

Теплоизоляционные свойства минеральной ваты определяются воздушными порами, заключенными между волокнами. Технологический процесс состоит: из подготовки исходного сырья и топлива, составления шихты, получения силикатного расплава, получения минерального волокна, производства изделий из минерального волокна. Управляемыми параметрами на стадии подготовки сырья при производстве минваты являются: концентрация исходных компонентов, влажность, фракционный и химический состав сырья, неуправляемыми – температура и влажность окружающей среды. Теплопроводность является одним из основных свойств, от которого зависит качество минеральных ват. Эффективным направлением достижения заданной точности измерения коэффициента теплопроводности λ является применение интеллектуальной информационно-измерительной системы (ИИИС) для измерения контролируемых параметров и управления технологическим процессом при изготовлении минераловатных плит. Определение λ ($\lambda = 0,033 \dots 0,037$ Вт/(м·К)) в узком диапазоне связано с большими трудностями, так как необходимо обеспечить высокий метрологический уровень ИИИС, точность технологического процесса изготовления минваты, коррекцию воздействия дестабилизирующих факторов на ИИИС и технологический процесс, которые вносят погрешность в результат измерения λ .

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» З.М. Селивановой.

Функциональную зависимость выходных параметров точности при контроле λ , определяющих качество выпускаемых теплоизоляционных материалов, предлагается представить аналитической моделью:

$$Y_n = f(X_i, \delta_t, Q_j, D_m, V_{\text{ИИИС}}),$$

где Y_n – выходные параметры точности при контроле λ минват; n – количество Y ; X_i – входные параметры (минват, исходного сырья, технологического оборудования, ИИИС; i – количество X_j ; $\delta_t = \{S_n, n = 1, \dots, k\}$ – требования к точности определения λ ; S_n – виды требований точности; k – число требований; Q_j – управляемые параметры технологического процесса; D_m – неуправляемые параметры технологического процесса, имеющие случайный характер; m – количество параметров; $V_{\text{ИИИС}}$ – параметры, определяющие метрологический уровень ИИИС.

К выходным параметрам, которые оценивают точность определения λ , относятся: погрешность измерения и потери точности и оперативности при контроле теплопроводности. К неуправляемым параметрам относятся воздействующие дестабилизирующие факторы на ИИИС и технологический процесс производства минват.

Проведены экспериментальные исследования теплоизоляционных материалов с помощью ИИИС. На рисунке 1 представлены термограммы теплоизоляционных материалов с различными значениями λ , которая определяется с использованием ИИИС [1]. Анализ приведенных термограмм показывает, что время $\tau_{\text{уст}}$ достижения установившегося теплового режима в области контакта измерительного зонда ИИИС и исследуемого материала существенно зависит от λ и тем больше, чем меньше λ материала. Отсюда следует, что при работе с исследуемыми материалами данного класса нецелесообразно в ИИИС задавать одно фиксированное время, например, для рипора $\tau_{\text{уст.р.}} = 140$ с (это соответствует подаче n_p тепловых импульсов).

Потери точности и оперативности ИИИС неразрушающего контроля λ теплоизоляционных материалов в результате нерационального выбора времени достижения установившегося теплового режима могут быть оценены с помощью показателей точности (Π_t) и оперативности ($\Pi_{\text{оп}}$). В качестве Π_t будем использовать погрешность измерений, а показателем $\Pi_{\text{оп}}$ будет служить время измерения λ . Функциональные зависимости этих потерь от $\tau_{\text{уст}}$ должны учитывать применяемый метод контроля λ материалов и влияние дестабилизирующих факторов, т.е.

$$\Pi_t = f_t(\tau_{\text{уст}}, M, O, D); \quad \Pi_{\text{оп}} = f_{\text{оп}}(\tau_{\text{уст}}, M),$$

где M – множество используемых в ИИИС методов контроля λ ; O – множество исследуемых материалов; D – множество детализирующих факторов, которые введены в базу знаний ИИИС.

Графическое представление вышеуказанных функций для метода, рассмотренного в [1], и исследуемого материала – полиметилметакрилата приведено на рис. 2 для усредненных значений λ и при дестабилизирующих факторах. Аналогичные зависимости имеют место для других методов и материалов при определении их λ .

Таким образом, для каждого метода и исследуемого материала существует некоторое значение $\tau_{уст}$, при котором критерий, комплексно учитывающий потери точности и оперативности, минимален. Для определения оптимального значения $\tau_{уст}^*$ введем критерий оптимальности, комплексно учитывающий потери точности и оперативности, т.е.

$$J(\tau_{уст}, M, O) = [C_1 \Pi_T(\tau_{уст}, M, O, D) + C_2 \Pi_{оп}(\tau_{уст}, M)] \rightarrow \min_{\tau_{уст}, M},$$

где C_1, C_2 – весовые коэффициенты.

Изменение критерия $J = f(\tau_{уст}, O)$ при $C_1 = C_2 = 1$ для зависимостей потерь Π_T и $\Pi_{оп}$ показано на рис. 2, оптимальное время достижения установившегося теплового режима в данном случае равно 90 с.

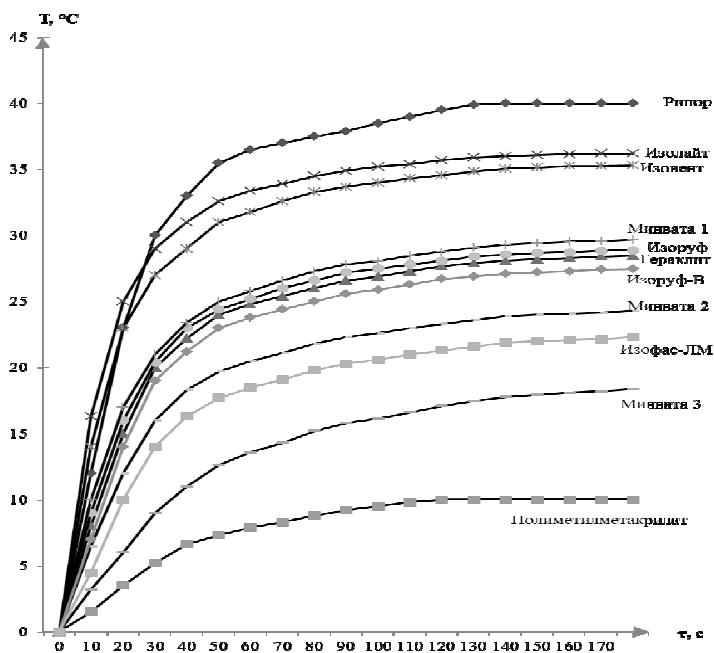


Рис. 1. Термограммы исследуемых теплоизоляционных материалов

Результаты экспериментальных исследований минеральных ват и других теплоизоляционных материалов, а также потерь точности и оперативности при оценке качества продукции при производстве минераловатных плит с использованием разработанной аналитической модели приведены в табл. 1.

1. Результаты экспериментальных исследований минеральных ват

Исследуемые минваты	$\lambda_{эт},$ Вт/(м·К)	$\lambda_{изм},$ Вт/(м·К)	$\delta, \%$	$\Pi_T, \%$	$\Pi_{оп}, \%$
Рипор	0,028	0,027	2,7	5	30
Гераклит	0,035	0,034	2,8	4	35
Изолойт	0,032	0,0323	0,9	7,2	33
Изоруф	0,034	0,0337	0,88	1,3	34
Изоруф-В	0,035	0,0346	1,1	2,6	36
Изофас-ЛМ	0,039	0,04	2,5	7,1	42
ПММ	0,195	0,194	0,5	4	60

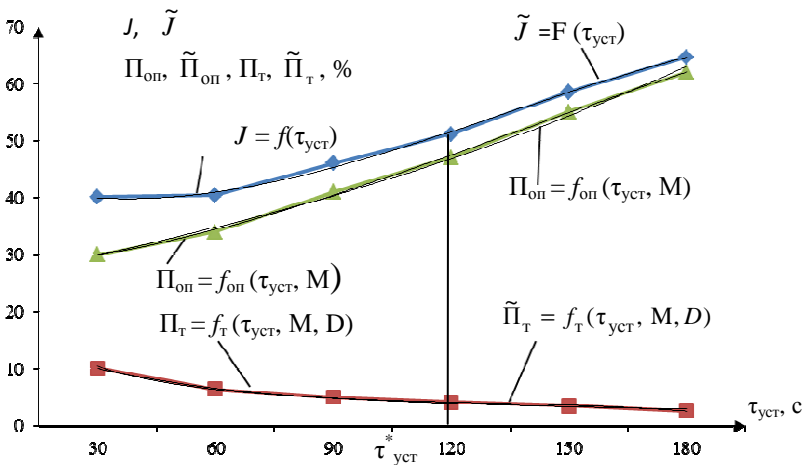


Рис. 2. Графики зависимостей $J = f(\tau_{уст}, O_{ИММ})$ и аппроксимирующие зависимости:

$$\tilde{\Pi}_T = F_T(\tau_{уст}, M, D) = -(0,1255)\tau_{уст}^3 + 1,6236\tau_{уст}^2 - 7,4652\tau_{уст} + 16,007 ;$$

$$\tilde{\Pi}_{оп} = F_{оп}(\tau_{уст}, M) = -(0,1019)\tau_{уст}^3 + (1,4087 \cdot 10^{-4})\tau_{уст}^2 - 0,9392\tau_{уст} + 27,667 ;$$

$$\tilde{J} = F(\tau_{уст}) = -(0,2273)\tau_{уст}^3 + 3,0323\tau_{уст}^2 - 6,5261\tau_{уст} + 43,673$$

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что применение созданной аналитической модели повышает точность определения λ на основе минимизации критерия, комплексно учитывающего потери точности и оперативности, точного контроля параметров сырья, технологического процесса и оборудования при производстве минват. Относительная погрешность определения λ минват не превышает 3 %, что соответствует допустимым значениям точности ИИИС для контроля качественных свойств теплоизоляционных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селиванова, З.М. Метод и интеллектуальная информационно-измерительная система для определения теплофизических свойств твердых материалов / З.М. Селиванова // Информационные системы и процессы : сб. науч. тр. – Тамбов ; М. ; СПб. ; Баку ; Вена : Изд-во «Нобелистика», 2006. – Вып. 3. – С. 137 – 142.

Кафедра «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 536.2.083

*Д.В. Акуленко, А.Н. Агапов, И.Г. Проценко**

ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМИСТОРА ПРЯМОГО ПОДОГРЕВА

Под «теплопроводностью» понимают процесс переноса тепловой энергии структурными частицами вещества (молекулами, атомами, ионами) в процессе их теплового движения. Данный теплообмен может происходить в любых телах с неоднородным распределением температур, а механизм переноса теплоты будет зависеть от агрегатного состояния вещества. Явление теплопроводности заключается в том, что кинетическая энергия атомов и молекул, которая определяет температуру тела, передается другому телу при их взаимодействии или передается из более нагретых областей тела к менее нагретым областям [1].

Коэффициент теплопроводности является физическим параметром вещества, характеризующим его способность проводить теплоту.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Ю.А. Брусенцова, д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.И. Фесенко.

Коэффициент теплопроводности определяется из уравнения:

$$\lambda = - \frac{d^2 Q_{\tau}}{\left(\frac{dt}{dn} \right) dF d\tau} .$$

Численно коэффициент теплопроводности равен количеству теплоты, проходящему в единицу времени через единицу изотермической поверхности при условии, что $\text{grad} t = 1$. Его размерность Вт/(м·К). Значения коэффициента теплопроводности для различных веществ определяются из справочных таблиц, построенных на основании экспериментальных данных. Для большинства материалов зависимость коэффициента теплопроводности от температуры приближенно можно выразить в виде линейной функции:

$$\lambda = \lambda_0 [1 + b(t - t_0)],$$

где λ_0 – значение коэффициента теплопроводности при температуре $t_0 = 0$ °С; b – постоянная, определяемая опытным путем [2].

Для осуществления измерений коэффициента теплопроводности используется схема автобалансировки моста с термистором (рис. 1).

Для определения тока разогрева термистора проведен эксперимент, где в качестве образца взят терморезистор М1К0. По экспериментальным данным построена характеристика нагрева терморезистора прямого подогрева (рис. 2).

По полученным данным можно сделать вывод, что для разогрева терморезистора с помощью прямого подогрева требуется небольшой ток, что облегчает построение принципиальной схемы устройства и обеспечивает низкое энергопотребление.

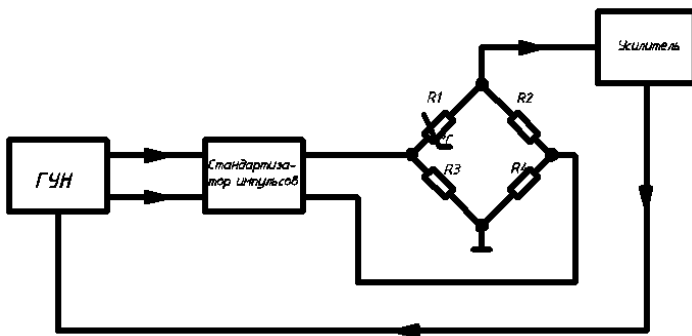


Рис. 1. Функциональная схема автобалансировки моста с термистором



Рис. 2. Характеристика нагрева терморезистора М1К0 прямым подогревом

Сопротивления моста выбирается таким образом, что $R_2 = R_3 = R_4$. Исходя из характеристики выбранного терморезистора R_1 , выбирается резистор R_2 , причем сопротивление R_2 будет указывать рабочую температуру, до которой будет разогреваться терморезистор R_1 . Необходимо учесть, чтобы температура разогрева терморезистора была больше температуры среды, для которой предназначено использование прибора.

При подаче импульсного сигнала на термистор на нем рассеивается мощность:

$$Q = 4\pi RT_0\lambda,$$

где Q – рассеиваемая мощность на термисторе; R – радиус зонда (термистора); T_0 – температура разогрева термистора; λ – коэффициент теплопроводности.

С другой стороны, мощность, подаваемая на термистор, рассчитывается по формуле:

$$Q = FW,$$

где F – частота импульсов; W – энергия одного импульса.

$$W = \frac{U_m^2}{R_c} \tau,$$

где R_c – сопротивление термистора; U_m – амплитуда импульсов; τ – длительность импульсов.

Учитывая, что термистор является плечом мостовой схемы из четырех резисторов, формула мощности импульса приобретает вид:

$$W = \frac{U_m^2}{4R_c} \tau.$$

Для определения коэффициента теплопроводности можно воспользоваться двумя способами:

1. Учитывая, что подаваемая мощность на термистор полностью рассеивается в исследуемую среду (зонд полностью погружен в среду), имеем:

$$\frac{U_m^2}{4R_c} \tau F = 4\pi RT_0 \lambda,$$

откуда определяем коэффициент теплопроводности

$$\lambda = \frac{U_m^2 \tau}{16\pi R_c RT_0} F.$$

2. Перед определением коэффициента теплопроводности прибор необходимо откалибровать, используя материал с известным λ . В этом случае при равновесии моста термистор рассеивает мощность

$$Q = \frac{U_m^2}{4R_c} \tau F_0 = 4\pi RT_0 \lambda_0.$$

После калибровки прибор подключается к исследуемому материалу, тогда устанавливается частота F , отличная от F_0 . Мощность, выделяемая на термисторе:

$$Q = \frac{U_m^2}{4R_c} \tau F = 4\pi RT_0 \lambda_x.$$

Из формул для расчета рассеиваемой мощности и мощности, выделяемой на термисторе, получаем выражение:

$$\frac{F_0}{F} = \frac{\lambda_0}{\lambda_x} \Rightarrow \lambda_x = \frac{\lambda_0}{F_0} F.$$

Полученная зависимость вида $\lambda_x = kF$ удобна для исследований. Для избежания влияния температуры окружающей среды – начальной температуры термистора – прибор желательно откалибровывать при каждом измерении коэффициента теплопроводности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы : учеб. для вузов по спец. «Полупроводники и диэлектрики» и «Полупроводниковые и микроэлектронные приборы» / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. – М. : Высш. шк., 1987. – 479 с.
2. Лыков, А.В. Теория теплопроводности / А.В. Лыков. – М. : Высш. шк., 1967. – 600 с.

Кафедра «Материалы и технология» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

О.А. Остапенко, А.А. Голощапов*

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Физика процесса измерения влажности кондуктометрическими методами характеризуется нелинейностью преобразования выходного напряжения на измерительной ячейке, позволяющего определить влажностную характеристику. В предлагаемом способе определения влажности [1] в отличие от известного [2] повышается метрологическая эффективность, а именно точность измерений, за счет устранения нелинейности преобразований.

Влажность материалов в предлагаемом способе определяют за счет измерения диффузионной проводимости. Для этого осуществляют контакт с образцом с помощью двух электродов, расположенных вдоль линии, перпендикулярной волокнам образца, на фиксированном расстоянии друг от друга. Прикладывают напряжение U_i (рис. 1) на измерительную ячейку, состоящую из последовательно включенных влажного материала 1 с дифференциальной проводимостью Y_d и эталонного сопротивления 2 с известной проводимостью Y (рис. 2). Измеряют ток I_i за счет падения напряжения U на эталонном сопротивлении 2 по известной проводимости Y :

$$I_i = UY .(1)$$

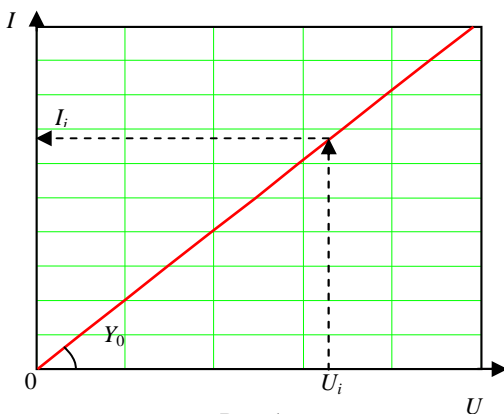


Рис. 1

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ПГТУ» Е.И. Глинкина.

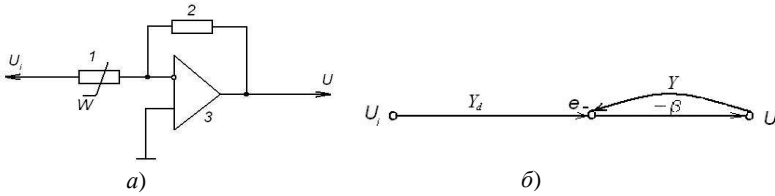


Рис. 2

В устройство для определения влажности по вольт-амперной характеристике (ВАХ) материалов, состоящее из измерительной ячейки 1, организованной из последовательно включенных влажного материала и эталонного сопротивления 2, введен операционный усилитель 3, в отрицательную связь которого включена измерительная ячейка, исследуемый образец материала и эталонное сопротивление, которые соединены соответственно с входом и выходом устройства (рис. 2, а) [3]:

Влажность определяют по диффузионной проводимости Y_0 образца 1, которую находят за счет избыточности усиления β (рис. 2, б) по углу наклона линейной ВАХ (рис. 1) исследуемого материала 1. При этом составляют отношение измеренного на эталонном сопротивлении 2 тока I_i (1) к приложенному напряжению U_i на образец влажного материала 1:

$$Y_0 = I_i / U_i. \quad (2)$$

Линейность ВАХ организуют за счет включения измерительной ячейки в цепь отрицательной обратной связи операционного усилителя 3 с избыточным коэффициентом усиления β (рис. 2, а). Для этого исследуемый образец 1 соединяют между входом устройства с потенциалом напряжения U_i и инверсным e_- входом усилителя 3, а между ним и выходом устройства (выходом операционного усилителя 3) включают эталонное сопротивление 2.

По I и II правилам Кирхгофа составим систему уравнений относительно узлов с потенциалами e_- и U :

$$\begin{cases} e_- (Y_d + Y) = U_i Y_d + U Y; \\ U = -\beta e_-. \end{cases} \quad (3)$$

Выразим из второго уравнения системы (3) инверсный потенциал e_- при избыточности коэффициента β усиления:

$$e_- = -U / \beta = 0 \text{ при } \beta \rightarrow \infty \quad (4)$$

и подставим его значения в первое уравнение, откуда получим:

$$0 = U_i Y_d + U Y.$$

Находим линейную ВАХ предлагаемого устройства (рис. 1) с учетом тока $I_i(1)$:

$$I_i = -U_i Y_d, \quad (5)$$

где знак минус отражает инверсию сигнала усилителем Z .

Для пассивного делителя напряжения без условий (4) первое уравнение системы (3) имеет вид:

$$U(Y_d + Y) = U_i Y_d + 0Y. \quad (6)$$

Пассивному делителю соответствуют условия $Y_d = dI/dU$ и $U_i = U_0$, $UY = I_0$ и $UY_d = I$, после подстановки которых в выражение (7) получим дифференциальное уравнение первого порядка:

$$U_0 dI/dU - I = I_0. \quad (7)$$

Решением уравнения (7) служит экспоненциальная ВАХ в неявном виде:

$$I = I_0 (\exp(U_i - U/U_0) - 1). \quad (8)$$

Оценим нелинейность η ВАХ (8) относительно линейного эквивалента предлагаемого решения, для этого помножим и поделим выражение (8) на напряжения U_i и U_0 и запишем:

$$I = I_i \eta, \quad (9)$$

где нелинейность имеет вид

$$\eta = U_0 / U_i (\exp(U_i - U/U_0) - 1). \quad (10)$$

Из выражения (9) определим методическую погрешность ε известных решений:

$$\varepsilon = I_i - I / I_i = 1 - \eta, \quad (11)$$

которая в предлагаемых решениях отсутствует из-за единичной константы $\eta = 1$, а для прототипа является нелинейной функцией (10) с неявной зависимостью измеряемого напряжения U . В реальных условиях $U_i = U_0 m$, а $U = U_i / 2$ при согласованной нагрузке эталонного сопротивления 2 и образца 1 , тогда нелинейность (10) можно представить как

$$\eta = 1/m (\exp(m/2) - 1). \quad (12)$$

Зависимости $\eta(m)$ и $\varepsilon(m)$ по формулам (12) и (11) сведены в таблицу для $m = 1, 10$.

<i>m</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20
η	0,65	0,86	1,16	1,60	2,24	3,18	4,59	6,7	9,9	14,7	1101
$\varepsilon, \%$	35	14	-16	-60	-124	-218	-359	-570	-890	-1370	$1,1 \cdot 10^5$

Из таблицы следует, что $\eta = 1$ при $m = 2,5$, что возможно только при избыточном усилении. При $m = 5$ нелинейность в два раза превышает норму, а при $m = 10$ в 14,7 раза выше регламента. На практике $m > 10$, поэтому методическая погрешность ε зонда на пассивном делителе превышает норму на 5 порядков, что приводит к неопределенности измерений как диффузионной проводимости, так и влажности образца при линейаризации ВАХ известных решений.

Таким образом, предлагаемые способ и устройство, в отличие от известных решений, снижают методическую погрешность за счет линейных преобразований по вольт-амперной характеристике исследуемых материалов, что позволяет определять влажность в адаптивном диапазоне с заданной точностью образцовых мер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2374633 РФ. Способ и устройство определения влажности по вольт-амперной характеристике материалов / А.А. Голощапов, Т.В. Матвеева и др. – Бюл. № 33. – 2009.
2. Пат. 2187098 РФ. Способ для определения влажности капиллярно-пористых материалов / И.Г. Летагин, Е.И. Глинкин и др. – Бюл. № 22. – 2002.
3. Технология аналого-цифровых преобразователей : монография / Е.И. Глинкин, М.Е. Глинкин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 140 с.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 535.375.5

И.Г. Проценко*

СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ В СТАЛЯХ

В настоящее время основной продукцией металлургической промышленности являются стали, около 90 % – углеродистые и 10 % – легированные. Помимо основы – железа, в их состав входят различные

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» И.С. Филатова, канд. техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Ю.А. Брусенцова.

примеси, причем наличие последних в составе не всегда оказывает положительное влияние на свойства.

Наибольшее негативное влияние оказывает сера. Она, не растворимая в железе в любых ее количествах, образует сернистые соединения – сульфиды железа. Данные соединения, входя в состав эвтектики, делают сталь хрупкой при температурах от 800 °С, вследствие чего стали не поддаются горячей обработке давлением, становясь краснотомками, поэтому необходимо знать ее концентрацию.

Определение данного параметра осуществляется множеством способов, но в большинстве своем в их основу заложены физические и химические методы определения химического состава вещества.

Так, в [1] концентрация примесей определяется методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии. Исследуемый образец помещается в пучок рентгеновских лучей, а результат регистрируется по изменению интенсивности пика линии серы при различных длинах волн, от 537 нм до 545 нм. Существенным недостатком данного метода является отсутствие возможности определения концентрации примесей непосредственно в парах над расплавом сплава.

Целью работы является определение вредной примеси непосредственного в парах над расплавом стали методом абсорбционного спектрального анализа.

Для реализации данного метода в лабораторных условиях разработана экспериментальная установка, схема которой приведена на рис. 1.

В основу экспериментального метода заложена возможность определения примеси посредством прохождения ультрафиолетового луча с длиной волны излучения 400 нм непосредственно через пары анализируемого материала. Регистрация наличия вредных веществ осуществляется за счет смещения спектра регистрируемого излучения. Так, в ходе проведения ряда экспериментов, наблюдалось изменение длины волны излучения на величину порядка 50 нм.

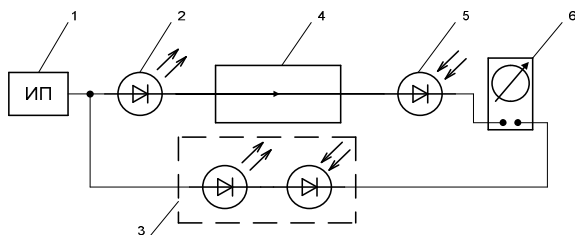


Рис. 1. Экспериментальная установка для определения концентрации серы:

- 1 – источник питания; 2 – источник ультрафиолетового излучения;
- 3 – мостовая схема, необходимая для калибровки; 4 – анализируемая проба;
- 5 – фотоприемник; 6 – устройство контроля

Данное явление связано с эффектом Рамана, или с комбинационным рассеиванием света, неупругим рассеиванием оптического излучения на молекулах газообразного вещества, сопровождающимся заметным изменением частоты излучения.

Физический процесс, происходящий при анализе вещества, можно рассмотреть с точки зрения классической и квантовой теорий.

В классической теории электрическое поле света индуцирует переменный дипольный момент молекулы, который колеблется с частотой падающего света, а изменения дипольного момента в свою очередь приводят к испусканию молекулой излучения во всех направлениях. В классической модели принимается, что вещество содержит заряды, которые могут быть разделены, но удерживаются вместе некоторыми силами, действующими наряду с кулоновским притяжением. Образование волны на границе с веществом вызывает повторяющееся разделение этих зарядов, т.е. появляется осциллирующий электрический диполь, который излучает на частоте повторения. Это излучение и является рассеянием.

С точки зрения квантовой теории излучение частоты ν рассматривается как поток фотонов с энергией $h\nu$. При столкновениях с молекулами фотоны рассеиваются. В случае упругого рассеивания они будут отклоняться от направления своего движения, однако может быть и так, что при столкновении произойдет обмен энергией между фотоном и молекулой. Молекула как приобретает, так и теряет часть своей энергии в соответствии с правилами квантования. Если молекула потеряет энергию ΔE , частота рассеяния излучения будет равна $\nu + \Delta E/h$. Излучение, рассеянное с большей частотой чем у падающего света, называется антистоксовым. При не очень высоких температурах населенность первого колебательного уровня невелика, при комнатной температуре при колебательной частоте 1000 см^{-1} на первом колебательном уровне находится всего 0,7 % молекул, поэтому интенсивность антистоксова рассеяния мала. С повышением температуры населенность возбужденного колебательного уровня возрастает, и интенсивность антистоксова рассеяния растет [2].

Теоретические положения подтверждаются в ходе проведения экспериментов – наибольшее изменение длины волны принимаемого излучения наблюдалось при температурах 638 К, при этом происходит сдвиг длины волны из ультрафиолетовой области в синюю на величину порядка 50 нм, т.е. наблюдается рост частоты принимаемого излучения по сравнению с частотой падающего светового потока. Следовательно, процессы связаны с антистоксовым рассеиванием. В результате проведения экспериментов была построена графическая зависимость темнового напряжения от температуры, позволяющая определить концентрацию примесей при изменении темнового напряжения на фотоприемнике.

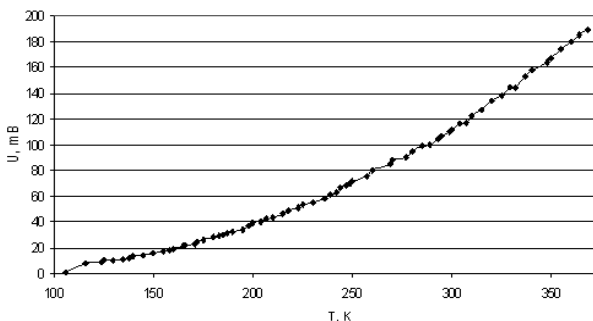


Рис. 2. Зависимость темнового напряжения от температуры

В результате плавной настройки мостовой схемы установки, представленной на рис. 1, удается получить зависимость величины концентрации примеси в веществе от температуры при величине погрешности, не превышающей 5 %.

Таким образом, можно утверждать, что методика по обнаружению величины концентрации вредных примесей посредством абсорбционного спектрального анализа, или ультрафиолетовой диагностики, имеет практическое применение и конкретные результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 53203–2008. Определение серы методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии по длине волны.
2. Пентин, Ю.А. Основы молекулярной спектроскопии / Ю.А. Пентин, Г.М. Курамшина. – М. : Мир ; БИНОМ ; Лаборатория знаний, 2008. – 398 с.

Кафедра «Материалы и технология» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 621.315.592

*А.В. Хованов**

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР

Полупроводниковые тензоэлектрические приборы служат для измерения давлений и деформаций. Тензорезисторы основаны на тензорезистивном эффекте, который состоит в том, что сопротивление по-

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Ю.А. Брусенцова, д-ра техн. наук ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.И. Фесенко.

лупроводника зависит от давления на полупроводник. Материалом для тензорезисторов чаще всего служит кремний, но могут быть использованы и другие полупроводники. К основным параметрам тензорезисторов относятся номинальное сопротивление (от десятков ом до десятков килоом), т.е. сопротивление при отсутствии давления, и коэффициент тензочувствительности, равный отношению относительного изменения сопротивления R/R к относительному изменению длины тензорезистора l/l . Этот коэффициент зависит от вещества полупроводника, типа электропроводности, удельного сопротивления и направления деформации. У полупроводников n -типа коэффициент тензочувствительности отрицательный, т.е. при возрастании давления сопротивление уменьшается, а у полупроводников p -типа – положительный. Практически этот коэффициент может достигать сотен. Тензорезисторы характеризуются еще предельной допустимой деформацией, которую нельзя превышать во избежание выхода прибора из строя.

Помимо кристаллических тензорезисторов – из кристаллического полупроводника n - или p -типа могут быть поликристаллические тензорезисторы, у которых при деформации сопротивление дополнительно изменяется за счет изменения сопротивления контактов между отдельными кристалликами [1].

Полупроводниковые тензодиоды работают по принципу изменения вольт-амперной характеристики под действием давления. Это изменение связано с тем, что при деформации изменяется высота потенциального барьера в p - n -переходе. Коэффициент тензочувствительности у тензодиодов достигает сотен и даже тысяч.

Он может быть еще выше у туннельных диодов [2].

У тензотранзисторов также под действием давления изменяется вольт-амперная характеристика. В зависимости от того, к какой области приложено давление, при его возрастании может наблюдаться уменьшение или увеличение тока.

В тензотиристорах с увеличением давления на базовый электрод, играющий роль управляющего электрода, возрастает ток эмиттера и за счет этого понижается напряжение включения.

При деформации полупроводника происходит изменение расстояний между атомами, что приводит к изменению ширины запрещенной зоны.

При деформации ТЧЭ изменяется удельное сопротивление полупроводникового кристалла (тензорезистивный эффект).

$$\rho = \rho_0(1 + \pi_l X), \quad (1)$$

где ρ_0 – удельное сопротивление недеформированного полупроводника, Ом·м; π_l – продольный коэффициент пьезосопротивления, Па⁻¹.

Продольный коэффициент пьезосопротивления определяется параметрами кристаллической решетки, кристаллографическим направлением и типом проводимости полупроводника.

Сопротивление элементарного участка проводящего канала структуры длиной dx определяется следующей зависимостью:

$$dR_k = \frac{R_k}{L} dx = \frac{\rho dx}{ZW}, \quad (2)$$

где R_k – сопротивление канала, Ом; L – длина канала, м; ρ – удельное сопротивление, Ом·м; Z – ширина канала, м; W – глубина канала, м.

Ток, протекающий через любое сечение канала, одинаков, следовательно

$$dV = I_D dR_k. \quad (3)$$

Подставляя в формулу (2) значение ρ из формулы (1), полученное выражение dR_k в формулу (3), получаем выражение (4).

$$dV = I_D \frac{\rho_0(1 + \pi_i X)}{ZW}. \quad (4)$$

Структурная схема для измерения электрических параметров экспериментального ТЧЭ элемента представлена на рис. 1.

На рисунке 2 представлены зависимости выходного сигнала ТЧЭ от механического напряжения для структур с различной степенью легирования полупроводника. Из графиков видно, что с увеличением концентрации примесных атомов увеличивается выходной ток ТЧЭ.

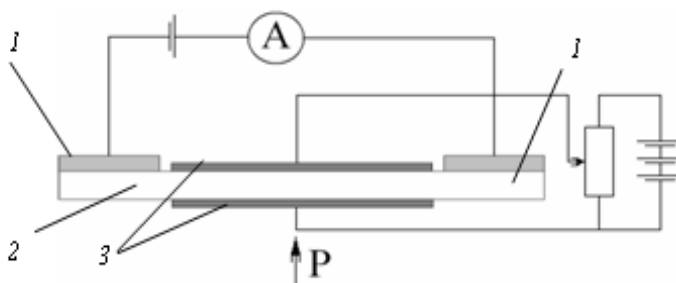


Рис. 1. Экспериментальный тензочувствительный элемент:
 1 – боковые медные контакты; 2 – исследуемая кремниевая пластина;
 3 – поперечные медные контакты

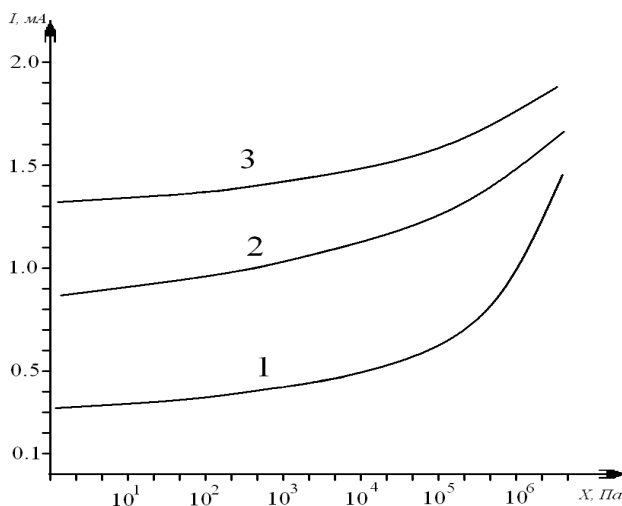


Рис. 2. Зависимость выходного тока от механического напряжения для различных концентраций примеси:

I – собственный полупроводник; 2 – $N_D = 10^{14} \text{ см}^{-3}$; 3 – $N_D = 10^{18} \text{ см}^{-3}$.

Однако с увеличением содержания примесных атомов в монокристалле уменьшается угол наклона графиков, определяющий величину изменения выходного сигнала от механического напряжения, т.е. чувствительность полупроводникового ТЧЭ. Уменьшение чувствительности связано с уменьшением подвижности основных носителей заряда.

С ростом количества примесных атомов в монокристалле увеличивается вероятность столкновения электронов проводимости с этими атомами. Следовательно, увеличение рассеяния носителей на ионах примеси уменьшает подвижность основных носителей заряда.

В результате проведенных экспериментов была отработана технология получения тензочувствительных полупроводниковых элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жеребцов, И.П. Основы электроники / И.П. Жеребцов. – Л. : Энергоатомиздат, 1985.
2. Щенников, В.В. Термоэлектрические свойства кремния при высоком давлении в области перехода полупроводник – металл / В.В. Щенников, С. Викт, А. Попова // Письма в ЖТФ. – 2003. – Т. 29, вып. 14.

Кафедра «Материалы и технология» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

*Е.В. Пудовкина**

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Сложность и большой объем экспериментальных исследований по определению качества, долговечности и надежности многослойных изделий требуют создания новых эффективных методов и средств контроля. Особое место среди них занимают методы и измерительные системы (ИС) неразрушающего контроля (НК), в частности методы и средства теплового анализа, позволяющие определять теплофизические свойства (ТФС) таких материалов, а также конструктивные размеры и дефекты готовых изделий после их изготовления и во время эксплуатации [1, 2].

Целью работы является создание ИС НК качества (толщины, различных нарушений сплошности и однородности материала, определение очагов коррозии, трещин, внутренних расслоений и других дефектов) металлических и пластиковых труб, котлов, сосудов, обшивок, многослойных конструкций. Решены следующие задачи: выполнен анализ методов и средств НК ТФС многослойных изделий; выбраны структурная схема ИС, конструкции измерительных зондов, измерительная схема метода НК с источником тепла постоянной мощности; исследованы методы НК многослойных материалов и изделий.

Научная новизна разработки заключается в применении новых методов, основанных на математических моделях распространения тепла в многослойных объектах контроля при локальной регуляризации тепловых потоков от действия источника тепла постоянной мощности. Применение новых методов, определение оптимальных режимных и конструктивных условий измерений позволят обеспечить быстроедействие и повышение точности при применении ИС для технической диагностики и НК качества оборудования жилищно-коммунального хозяйства.

Структурная схема измерительной системы, разработанной в Тамбовском государственном техническом университете и предназначенной для неразрушающего контроля качества покрытий, представлена на рис. 1.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Н.П. Жукова.

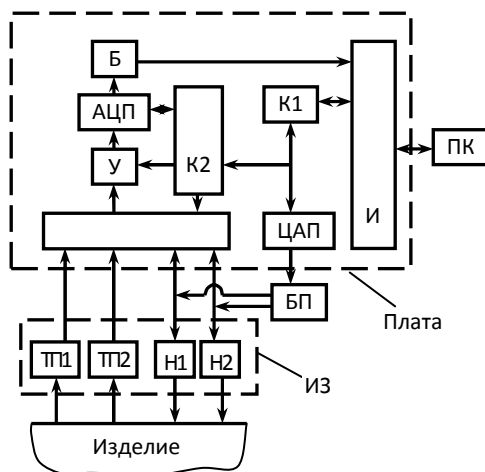


Рис. 1. Структурная схема измерительной системы

ИС состоит из персонального компьютера (ПК), измерительно-управляющей платы, измерительного зонда (ИЗ), регулируемого блока питания (БП).

ИЗ обеспечивает создание теплового воздействия на исследуемый образец с помощью нагревателей (Н1 и Н2). В качестве термоэлектрических преобразователей (ТП1, ТП2) используются дифференциальные термопары, горячий спай которых устанавливается в плоскости контакта ИЗ с исследуемым объектом, холодный спай устанавливаются на подложку измерительного зонда.

При измерениях ИЗ устанавливают контактной стороной на поверхность исследуемого объекта. Мощность и длительность теплового воздействия БП задаются программно через интерфейс (И), контроллер К1, цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Сигналы с ТП1 и ТП2 поступают через мультиплексор (У), усилитель (У), аналого-цифровой преобразователь (АЦП), буфер обмена (Б) и интерфейс (И) в ПК. Контроллер К2 обеспечивает необходимый порядок опроса каналов и различные диапазоны измерения на каждом из них. Сбор информации производится при нагреве исследуемого тела.

Измерительная схема метода представлена на рис. 2.

Первое тело представляет собой исследуемый образец, состоящий из двух слоев: первый слой с ТФС λ_1 , c_1 , ρ_1 ; второй с ТФС λ_2 , c_2 , ρ_2 (рис. 3). Толщина первого слоя – h_1 , второго – h_2 . Температура соприкасающихся поверхностей первого и второго слоя одинакова. Длина и ширина тела – L_1 и L_2 , соответственно. Второе тело – подложка ИЗ, выполненная из теплоизолятора, что обеспечивает направленное дви-

жение тепловых потоков на наружную поверхность конструкции и препятствует теплообмену в других направлениях. ТФС подложки ИЗ – λ_3, c_3, ρ_3 . Начальная температура первого и второго тел одинакова. В месте соприкосновения поверхностей тел с нагревателем осуществляется идеальный тепловой контакт.

Воздействие на исследуемое тело осуществляется с помощью нагревателя Н1 постоянной мощности q , выполненного в виде тонкого диска радиусом R , встроенного в подложку ИЗ.

Охранное кольцо (ОК) представляет собой нагреватель Н2, предназначенный для реализации одномерного температурного поля в исследуемом объекте.

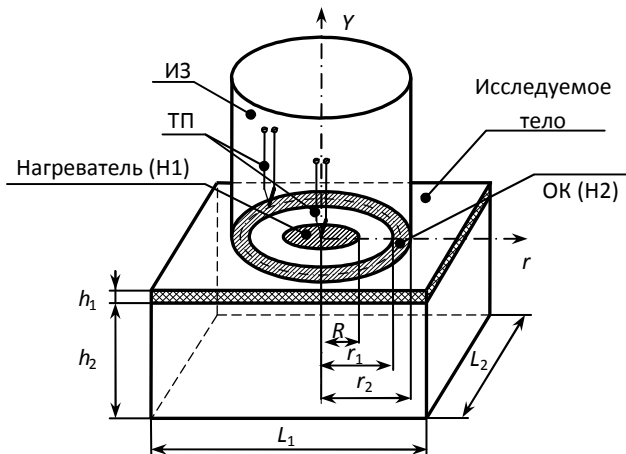


Рис. 2. Измерительная схема

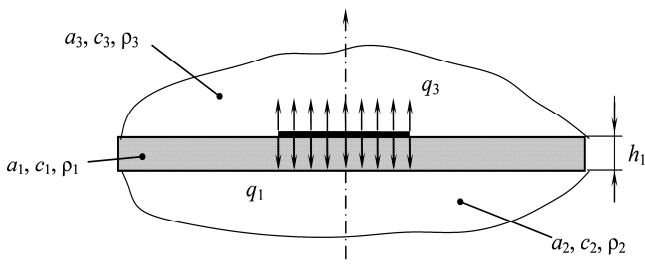


Рис. 3. Тепловая схема

ИС для НК многослойных материалов и готовых изделий из них может быть использована для определения комплекса ТФС и толщины металлических, полимерных, керамических и других покрытий на объектах различного назначения в условиях массового производства с применением современных информационных технологий, а также для оказания услуг НК качества технологической диагностики оборудования жилищно-коммунального хозяйства и других объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков, Н.П. Многомодельные методы и средства неразрушающего контроля теплофизических свойств твердых материалов и изделий / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова. – М. : Машиностроение-1, 2004. – 288 с.

2. Теоретическое обоснование теплового метода неразрушающего контроля двухслойных изделий / И.В. Рогов, Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, Н.В. Лунева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2009. – № 9(23) – С. 93 – 99.

Кафедра «Гидравлика и теплотехника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 004.891.2

*А.С. Миргородец**

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДИСПЕТЧЕРА АЭРОДРОМНОЙ ЗОНЫ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ОЧЕРЕДИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Современное состояние исследований в области определения условий безопасного захода воздушного судна (ВС) на посадку характеризуется многообразием подходов к совершенствованию процедур управления воздушным движением (УВД) и ВС путем автоматизации действий специалистов по управлению полетами и экипажа ВС [1].

Отдельные виды деятельности человека включают принятия решений в виде неявной составляющей, хотя сам процесс принятия решения рассматривается как сенсорный, сенсорно-моторный или даже познавательный [1]. Это непосредственно относится и к процессу

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.В. Яковлева.

управления ВС, где лицам группы руководства полетами/летчику приходится прибегать к прогнозированию, например, траектории захода на посадку. Такие задачи характеризуются неполнотой, неоднозначностью, неопределенностью исходной информации и используемых правил ее преобразования.

Создание алгоритмов и моделей для оказания помощи в оперативном управлении ВС, контроле правильности работы и прогнозировании ситуации позволит минимизировать время на принятие правильного решения [2]. Это возможно путем включения в состав рабочих мест систем поддержки принятия решений, позволяющих создать условия для своевременного исправления ошибок экипажа ВС на этих этапах полета.

Существуют два класса инструментариев, которые помогают лицу, принимающему решения (ЛПР), в учете и анализе информации в условиях, когда ни один мозг не справится с таким ее количеством и скоростью появления/устаревания. Первый класс инструментариев понимается как выработка рекомендаций для ЛПР, второй – как инструмент подготовки данных для ЛПР.

Общая схема работы с системой первого класса такова: формирование множества альтернативных вариантов распределения ресурсов – множества альтернатив; сравнение альтернатив; выбор лучшей альтернативы – собственно рекомендации системы.

Логика работы систем второго класса (подготовка данных) несколько иная: подготовка базы данных (БД); обеспечение гибкого и удобного доступа к БД посредством запросов; получение результатов запросов в удобной для последующего анализа форме; генерация отчетов.

Системы, ориентированные на решение такого рода задач, относятся к классу OLAP, который не выдает никаких рекомендаций, но позволяет справиться с информационным потоком, выделяя в нем важные составляющие.

Необходимо отметить, что системы, о которых идет речь, лишь помогают пользователю принять решение, но не делают это вместо него. В этом смысле весь процесс принятия решения остается субъективным – цели, альтернативы, критерии и их веса и т.д. Данные системы сводят к минимуму вероятность возникновения «ошибки третьего рода», состоящей в некорректной постановке самой задачи, требующей решения.

Далее будет предложен алгоритм принятия решений по формированию бесконфликтной очереди ВС, заходящих на посадку, который ляжет в основу построения системы поддержки принятия решений. Но сначала необходимо привести алгоритм определения стандартного маневра ВС для его задержки на заданный интервал времени.

Исходные данные: S – расстояние до маяка; V – скорость ВС; $УР1$ – первый угол разворота; Крен – угол крена самолета при выполнении маневра; R – радиус; Угловая скорость.

На рисунке 1 изображено графическое представление маневра ВС.

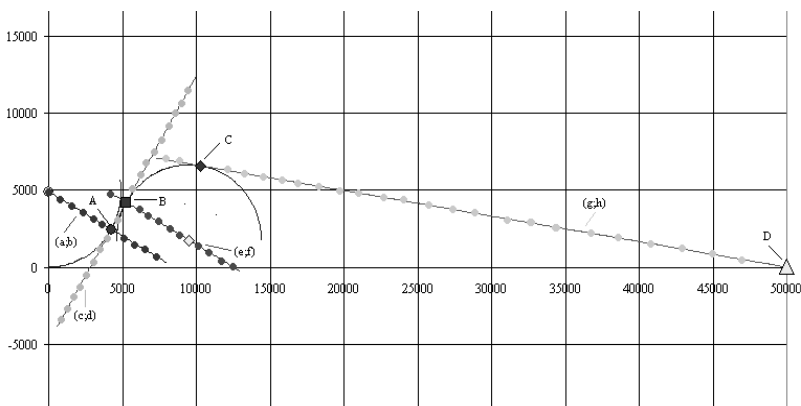


Рис. 1. Маневр воздушного судна

Чтобы построить прямые $y = kx + b$, необходимо рассчитать значения k , b . Далее, чтобы построить окружности, необходимо знать R (прямая (a, b)). Сначала считаем угол $(\text{УР} = 90 - \text{УР}1)$, переводим в радианы. Находим значения $k = -\text{tg}(\text{УР}1)$, $b = R$.

Построим первую окружность, изменяя угол от 180 до 80 градусов. Переведем весь диапазон в радианы. Находим координаты $X = R\sin(\alpha)$, $Y = R\cos(\alpha) + R$. По ним строим окружность № 1. Прямая (a, b) и эта окружность пересекаются в точке А, координаты которой имеют вид $x_A = R\sin(\text{УР}1)$, $y_A = R - R\cos(\text{УР}1)$ (прямая (c, d)). Найдем $k = \text{tg}(\text{УР}1)$, $b = y_A - kx_A$.

Далее найдем длину прямого участка АВ и обозначим ее d . Для этого надо использовать функцию Подбор параметра MS Excel. На начальном этапе можно присвоить d значение, равное 0. Координаты $x_d = d\cos(\text{УР}1) + R\sin(\text{УР})$ и $y_d = y_A + d\sin(\text{УР}1)$.

Найдем координаты точки В (начало второго разворота) $x_B = x_A + d\cos(\text{УР}1)$, $y_B = y_d$ и значения k , b (прямая (e, f)): $k = -\text{tg}(90 - \text{УР}1)$ и $b = y_d - kx_d$. Координаты точки центра второго разворота находятся из значений k , b прямой (e, f) и значений точки В. $x_{2\text{разв}} = x_B + R\sin(\text{УР}1)$, $y_{2\text{разв}} = kx + b$.

Для построения второй окружности изменяем угол от 270 до 450 градусов, вычисляем $X^{**} = X + x_{2\text{разв}}$; $Y^{**} = Y + y_{2\text{разв}}$. По ним строим окружность № 2. Далее построим прямую (g, h) .

$$\text{Длина прямого участка CD будет равна } \sqrt{(x_C - S_x)^2 + (y_C - S_y)^2}.$$

Пусть имеется определенное количество ВС, находящихся в воздушном пространстве аэродрома. Известно время до посадки каждого

самолета (t) и остатки топлива на каждом из них (U). Сначала ранжируем все значения по возрастанию и присваиваем значения t_1, t_2, t_3, \dots . Между каждым самолетом должен быть промежуток времени. Этот промежуток называется безопасным временем ($t_{\text{без}}$). Самолет, у которого время посадки минимальное среди всех ВС, идет первым в потоке без задержки ($t_{\text{зад}} = 0$). За ним следует второе судно с интервалом $\geq t_{\text{без}}$. После второго идет третий с аналогичным ограничением и т.д. Рассмотрим алгоритм решения и конкретные примеры.

Общий алгоритм решения:

1. Ранжирование по возрастанию времени посадки ВС.
2. Определение задержек $t'_n = t_n + t_{\text{зад}}$,

$$t_{\text{зад}} = \begin{cases} |t'_{n-1} - t_n| + t_{\text{без}}, & t'_{n-1} > t_n; \\ 0, & t'_{n-1} < t_n, \quad |t'_{n-1} - t_n|^3 t_{\text{без}}; \\ t_{\text{без}} - |t'_n - t_{n+1}|, & t'_{n-1} < t_n, \quad |t'_{n-1} - t_n| < t_{\text{без}}. \end{cases}$$

3. Формирование начального потока с учетом задержек ВС.
4. Определение положения взлетевшего ВС относительно сформированного потока:

$$\begin{cases} t > t_n & - \text{за самолетом;} \\ t < t_n & - \text{перед самолетом.} \end{cases}$$

5. Выявление конфликта между самолетами:

$$\begin{cases} |t'_n - t| < t_{\text{без}} & - \text{есть конфликт;} \\ |t'_n - t| > t_{\text{без}} & - \text{нет конфликта.} \end{cases}$$

6. Определение интервалов Δt .
7. Поиск возможных мест перемещения, где $\Delta t > 2t_{\text{без}}$, при выполнении условий $t_{\text{зад } n \text{ max}} \geq t_{\text{зад } n}$, общее время маневрирования $T \rightarrow \min$.
8. Формирование конечного потока ВС.

На следующем этапе, если возникает необходимость в задержке ВС, производится расчет параметров стандартного маневра, допустимого в аэродромной зоне. Данный расчет осуществляется на основе модели, предложенной в [2].

Таким образом, построенная на основе рассмотренного алгоритма система поддержки оперативных решений будет предоставлять группе руководства полетами рекомендации по формированию бесконфликтной очереди ВС, заходящих на посадку, с безопасными для данного аэродрома интервалами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешин, В.И. Организация управления воздушным движением / В.И. Алешин, Ю.П. Дарымов, Г.А. Крыжановский. – М. : Транспорт, 1988. – 264 с.

2. Петренко, С.В. Аналитическая модель формирования бесконфликтного потока воздушных судов / С.В. Петренко, С.Н. Прокофьев, А.В. Яковлев // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – Тамбов : ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – № 2. – С. 128 – 136.

Кафедра «Информационные системы и защита информации»

УДК 62

*С.О. Милюков**

ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ПОЛИГРАФА ПУТЕМ СОПРЯЖЕНИЯ С ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СИСТЕМОЙ

Полиграф [1] стал практически массовым явлением в работе не только МВД и других силовых структур, но и частных охранных агентств, банков, служб охраны предприятий, в кадровой работе психологов. Эффективное использование полиграфа в борьбе с организованной преступностью дает возможность не только выявить причастность (или непричастность) опрашиваемого к совершенному преступлению, но и определить его роль в преступной цепи, раскрыть тактику совершения преступления, установить организаторов, найти вещественные доказательства, способы и методы хищения, получить любую интересующую работодателя или заказчика информацию, направленную на улучшение работы и повышение безопасности работы предприятия, и т.д., поэтому настоящая работа является актуальной.

Данный проект по своей сути уникален, так как зарегистрированных разработок в данной области очень мало. Это обусловлено тем, что количество людей, имеющих допуск к такому оборудованию, ограничено.

Имеются огромные перспективы, как в увеличении количества пользователей данной услугой, так и в дальнейшем усовершенствовании полиграфа.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» С.В. Фролова.

Нами реализуются идеи усовершенствования и доработки новых датчиков к данному прибору, которые в комплексе с предложением, изложенным в данном проекте, помогут создать бесконтактный полиграф.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- построение модели теплового фона и комплексированной системы;
- построение модели определения стрессовой ситуации;
- обоснование требуемых технических характеристик для полиграфа и ИК-систем при комплексировании и построение структурной схемы блока выделения изображения теплового объекта;
- реализация проекта.

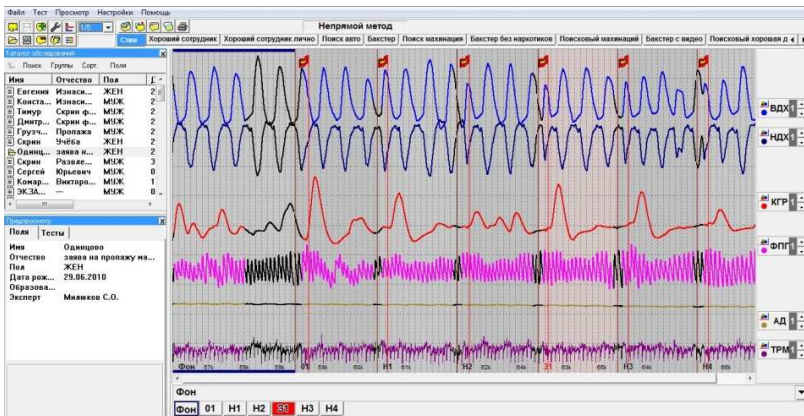


Рис. 1. Полиграмма

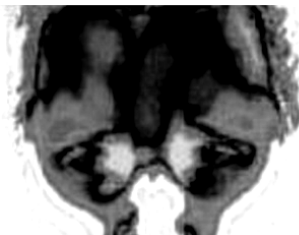


Рис. 2. Нормо-термография лица человека до вопроса

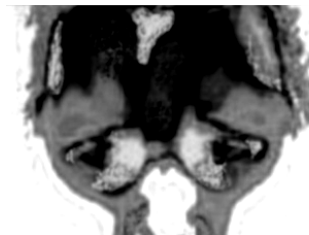


Рис. 3. Стресс-термография лица человека через 4 с после заданного вопроса, вызвавшего стрессовую ситуацию

На чем же основывается принцип работы полиграфа? Главное то, что полиграф определяет не ложь, а реакцию человека на задаваемые экспериментатором вопросы. В понятие «реакция» входит много критериев, свойственных человеческому организму, таких как частота пульса, изменение дыхания (количество дыхательных движений за определенный промежуток времени, его глубина) и артериальное давление. Помимо этого измеряется электрическое сопротивление кожи.

Возможности тепловизора [1].

Определение сегментов S_i на поверхности $f(x, y)$ (норма, стресс): слева – нормо-термография лица человека до вопроса; справа – стресс-термография лица человека через 4 с после заданного вопроса, вызвавшего стрессовую ситуацию.

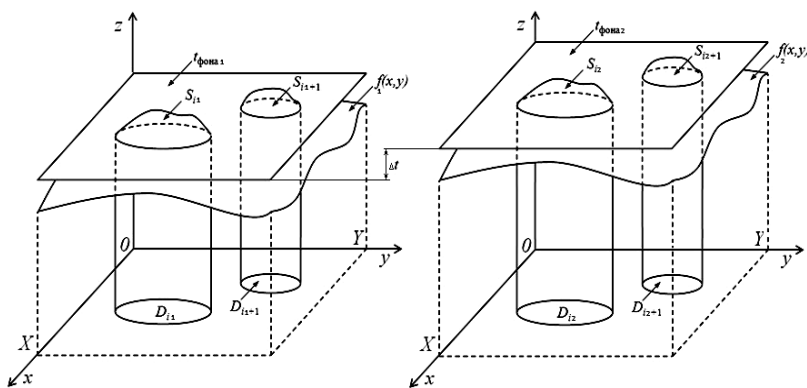


Рис. 4. Модель выделения теплового контраста в ИК-изображении лица человека

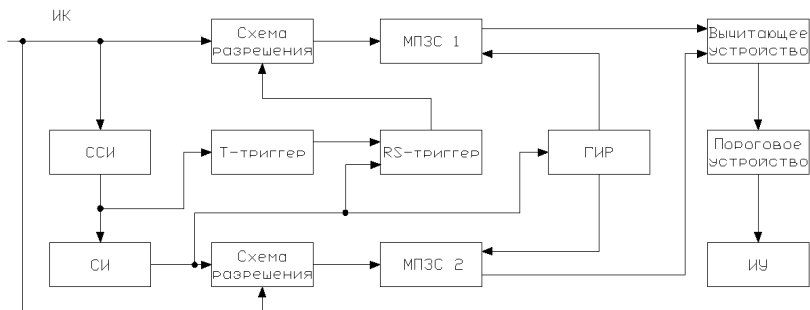


Рис. 5. Структурная схема блока выделения изображения теплового объекта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варламов, В.А. Полиграф / В.А. Варламов. – М., 2010. – С. 307 – 400.
2. Вавилов, В.П. Тепловой контроль / В.П. Вавилов ; под общ. ред. В.В. Ключева. – М. : Машиностроение, 2006. – С. 54 – 107.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 53.082.62

*Д.А. Дивина, М.А. Петрашова**

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ РЕГУЛЯРНОГО РЕЖИМА ТРЕТЬЕГО РОДА

Важнейшими показателями качества изделий из полимерных материалов, применяемых для теплоизоляции, являются их теплопроводность, удельная теплоемкость, температуропроводность. Знание теплофизических характеристик, а также их зависимости от температуры позволит производителям изделий из полимерных материалов выбирать оптимальные режимы работы оборудования, снижая тем самым уровень брака, повышая уровень эффективности и конкурентоспособности производств, а разработчикам оборудования для производства изделий из полимерных материалов получать исходные данные для его проектировки. Кроме того, измерение теплофизических свойств зачастую необходимо при приемосдаточных и периодических испытаниях в отделах технического контроля. Однако широкому применению теплофизических приборов для оптимизации технологических процессов препятствует дефицит недорогих средств измерения, позволяющих определять с высокой точностью теплофизические характеристики, а также их зависимость от температуры.

Целью данной работы является создание методического, аппаратного и программно-алгоритмического обеспечения измерительной установки, позволяющей осуществлять экспериментальное определение теплофизических характеристик полимерных материалов методом

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» С.В. Пономарева, канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.Г. Дивина.

регулярного режима третьего рода. В основу данной статьи положены подходы, изложенные в публикациях [1 – 2].

Для реализации этой цели необходимо определение, обоснование и решение следующих научно-технических задач:

- разработка метода измерения теплофизических характеристик полимерных материалов;
- разработка измерительной установки по определению зависимости теплофизических характеристик от температуры;
- математическое моделирование и проведение необходимых расчетов;
- разработка алгоритмического и программного обеспечения автоматизированной измерительной установки;
- определение действительных метрологических характеристик измерительной установки;
- разработка методов коррекции и введения поправок на дестабилизирующие факторы процесса измерения с целью улучшения метрологических характеристик.

Проблемой исследования теплофизических характеристик материалов занимались многие ученые, поэтому среди существующих способов был проведен поиск аналогичных способу, положенному в основу разрабатываемой измерительной установки.

Известен способ определения комплекса теплофизических свойств твердых материалов (пат. РФ № 2374631, кл. G 01 N 25/18, 2008), включающий тепловое импульсное воздействие на плоскую поверхность исследуемого образца и измерение избыточной температуры на плоской поверхности образца в одной точке в заданном интервале времени. Тепловое импульсное воздействие осуществляют лучистым тепловым потоком известной плотности и длительности, а измерение избыточной температуры с момента подачи теплового импульса проводят в центральной части нагреваемой поверхности образца. К недостаткам этого способа относятся невысокая точность измерения и необходимость специальной аппаратуры (инфракрасного излучателя и инфракрасного измерителя температуры).

Также известен способ измерения температуропроводности и теплоемкости горных пород методом плоских температурных волн (Зиновьев В.Е., Бочаров В.И., Мулюков Р.Р. и др. Прибор для автоматизированных измерений теплофизических характеристик горных пород в условиях, близких к естественным // Измерительная техника. – 1985. – № 1. – С. 62 – 63), заключающийся в том, что тонкий малоинерционный нагреватель, задающий периодический нагрев, располагается между исследуемым образцом и эталонным образцом того же размера. Колебания температуры на противоположных от нагревателя поверхностях исследуемого образца и эталона регистрируются с помощью

термопар. Недостатками этого способа являются большая длительность и трудоемкость эксперимента, а также необходимость использования эталонного образца.

Наиболее близким техническим решением (прототипом) является способ измерения коэффициента температуропроводности методом регулярного режима третьего рода [1], заключающийся в том, что в исследуемом плоском образце размещают в сечениях с координатами $x = x_1$ и $x = x_2$ два датчика температуры, выполненные в виде термопар или термометров сопротивления. Образец, покрытый сверху теплоизоляцией, помещают на поверхность элемента Пельтье, с помощью которого в процессе эксперимента на рабочую поверхность исследуемого образца подают периодическое температурное воздействие. На протяжении всей активной стадии эксперимента регистрируют температуры $T(x_1, \tau)$ и $T(x_2, \tau)$ в точках с координатами $x = x_1$ и $x = x_2$. После того, как установится регулярный режим третьего рода, измеряют расстояние $(x_2 - x_1)$ и после обработки экспериментальных данных определяют амплитуды $\vartheta_m(x_1)$ и $\vartheta_m(x_2)$ гармонических колебаний в точках с координатами $x = x_1$, $x = x_2$ и величину времени запаздывания $\bar{\tau}_3(x_2, x_1)$ гармонических колебаний в точке $x = x_2$ по сравнению с точкой $x = x_1$. Искомый коэффициент температуропроводности a вычисляют по формуле $a = (x_2 - x_1)^2 \tau_0 / 4\pi [\bar{\tau}_3(x_2, x_1)]^2$, где τ_0 – период гармонических колебаний. Недостатком данного способа является невысокая точность измерения коэффициента температуропроводности исследуемого материала.

Техническая задача разрабатываемой измерительной установки (рис. 1) заключается в повышении точности измерения теплофизических характеристик полимерных материалов за счет выбора оптимальных режимных параметров теплофизического эксперимента.

Способ измерения теплофизических характеристик полимерных материалов методом регулярного режима третьего рода заключается в том, что в изготовленном плоском образце 1 исследуемого материала 2 размещают в сечениях с координатами $x = x_1$ и $x = x_2$ два датчика температуры, выполненные в виде термопар или термометров сопротивления. Образец, покрытый сверху теплоизоляцией, помещают на поверхность элемента Пельтье 3. На протяжении активной стадии эксперимента регистрируют температуры в двух точках исследуемого образца, измеряют расстояние $(x_2 - x_1)$, период гармонических колебаний τ_0 и время запаздывания $\tau_3(x_2, x_1)$ гармонических колебаний на глубине $x = x_2$ по сравнению с гармоническими колебаниями на поверхности $x = x_1$ образца. Коэффициент температуропроводности a вычисляют по времени запаздывания $\tau_3(x_2, x_1)$, теплопроводность λ определяют как функцию отношения амплитуд $\vartheta_m(x_1)/\vartheta_m(x_2)$, а объемную теплоемкость по формуле $c_p = \lambda/a$.

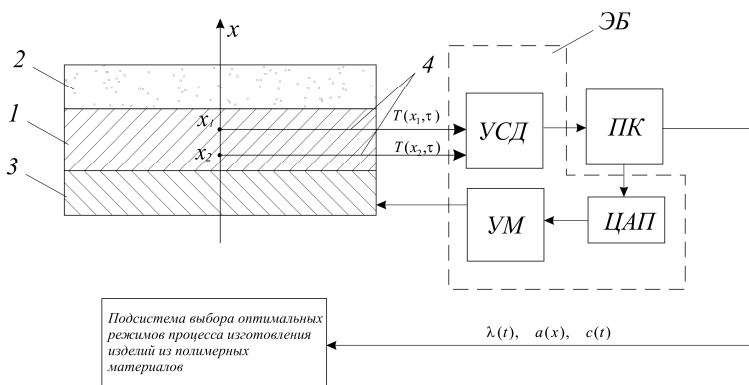


Рис. 1. Схема измерительной установки:

1 – исследуемый образец; 2 – слой теплоизоляции; 3 – элемент Пельтье;
 4 – датчики температуры; ЭБ – электронный блок;
 УСД – устройство сбора данных; ЦАП – цифроаналоговый преобразователь;
 УМ – усилитель мощности; ПК – персональный компьютер

В отличие от прототипа, путем изменения периода τ_0 гармонических колебаний элемента Пельтье подбирают такой режим работы измерительного устройства, при котором погрешности измерения a , λ , c_p будут минимальны.

Применение элемента Пельтье позволит отказаться от использования жидкостных термостатов, что благоприятно скажется на уменьшении габаритов и массы измерительной установки.

При создании программного обеспечения измерительной установки будут использованы технологии компании National Instruments, что позволит реализовать идею за короткий срок и невысокую стоимость, а также даст возможность доступа к измерительной установке по каналам сети Интернет для проведения удаленных теплофизических измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теоретические и практические основы теплофизических измерений / С.В. Пономарев, С.В. Мищенко, А.Г. Дивин, В.А. Вертоградский, А.А. Чуриков ; под ред. С.В. Пономарева. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 408 с.

2. Пономарев, С.В. К вопросу о выборе оптимальных режимных параметров процесса измерения коэффициента температуропроводности теплоизоляционных материалов методом регулярного режима третьего рода / С.В. Пономарев, Д.А. Дивина, А.С. Щекочихин // Измерительная техника. – 2011. – № 12. – Принято к опубликованию.

*Кафедра «Управление качеством и сертификация»
 ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*Е.В. Власова**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИОДА В РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Показана функция диода в комплексном представлении: схемо- и мнемотехнике, физике и математике, для наглядной демонстрации физики процесса.

Известное схемотехническое представление диода и/или в виде его вольт-амперной характеристики (ВАХ) в графической или алгебраической формах является неполным и не позволяет увидеть комплексной картины физического процесса.

Целью является повышение наглядности физики процесса за счет представления функции в основных координатах управления.

Для повышения наглядности диод целесообразно показать в форме схемотехники (рис. 1 – структурная схема и 5 – принципиальная схема в матричной логике), математической модели в графической (рис. 2) и алгебраической формах, в мнемотехнике (рис. 3 – таблица состояний) и в виде физической модели в метрологических координатах (рис. 4).

В качестве примера структурной схемы диода приведем схему делителя напряжения (рис. 1). В ней диод включен в цепь с резистором и источником напряжения последовательно.

График вольт-амперной характеристики диода (рис. 2) представляет собой математическую модель диода в графической форме. В положительном квадранте экспонента положительна и ток стремится к бесконечности. В отрицательном квадранте, где значение экспоненты стремится к нулю, ток будет стремиться к предельному значению I_0 (диффузионный ток).

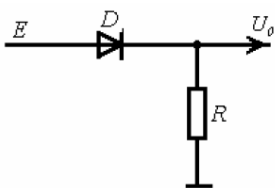


Рис. 1. Структурная схема
(делитель напряжения)

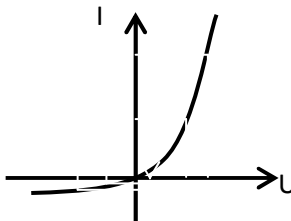


Рис. 2. Вольт-амперная
характеристика диода

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е.И. Глинкина.

Вольтамперная характеристика диода может быть представлена в алгебраической форме:

$$I = I_0[\exp(U/U_0) - 1].$$

Рассмотрим пример построения схемы ВАХ диода на примере, когда на диод подаются три различных состояния напряжения. Таблица состояний является представлением функции ВАХ во временных координатах и строится методом аналогии. В строках таблицы расположим значения напряжения U , в столбцах – значение тока I . Пусть каждому значению напряжения U ставится в соответствие одно значение тока I . На пересечении соответствующих значений тока и напряжения в таблице ставится логическая 1, а в остальных строках 0. Следовательно, таблица будет иметь вид, представленный на рис. 3.

Физику процесса однозначно определяют временные диаграммы. Временная диаграмма – это представление функции в метрологических координатах. С помощью временной диаграммы возможно показать переход любой из входных переменных из одного состояния в другое и проследить, как это отражается на выходных переменных. Временная диаграмма является также эффективным средством точного описания поведения различных устройств памяти и таймеров. Временная диаграмма – это просто семейство графиков, каждый из которых соответствует логической переменной.

На графиках по горизонтальной оси откладывается время, а по вертикальной – логическое состояние переменной, т.е. 0 или 1. Графики располагаются так, чтобы все оси времени были синхронизированы; таким образом, вертикальная линия, проведенная в любом месте диаграммы, соответствует одному и тому же моменту времени, и мы имеем возможность оценить значения всех входных и выходных переменных в данный момент.

Временную диаграмму (рис. 4) строим методом транспонирования по таблице состояний.

	I_0	I_1	I_2
U_0	1	0	0
U_1	0	1	0
U_2	0	0	1

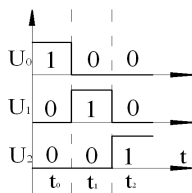


Рис. 3. Таблица состояний

Рис. 4. Временная диаграмма

По приведенной таблице состояний синтезируем схему диода в матричной логике (рис. 5), используя мнемоническое правило аналогии. Таблицу регистра для этого развернем на 90° относительно нижнего левого угла.

Матричную схему можно проектировать по таблице истинности. Алгоритм синтеза заключается в следующем.

1. Строят скелетную матрицу исходя из числа состояний таблицы истинности:

а) число строк в матрице И/НЕ–И выбирают соответственно числу входов (входных столбцов таблицы), число столбцов этой матрицы устанавливают по числу строк (состояний) таблицы истинности;

б) число строк (выходов) в матрице ИЛИ определяют по числу выходных столбцов таблицы истинности.

2. Таблицу истинности поворачивают на 90° , при этом:

а) в матрицах И, а также ИЛИ ij -й позиции, соответствующей весу логической единицы (а), планируют прожиг (логический вентиль);

б) в матрице НЕ–И прожиг фиксируют на позиции с весом логический ноль (а).

3. В результирующей матрице приводят лишь столбцы, логически связанные с матрицей ИЛИ (соответствующие весу логической единицы).

Можно ее построить и по временной диаграмме. В этом случае алгоритм состоит в следующем.

1. На временных диаграммах выявляют эпюры для входных и выходных сигналов.

2. На плане временных диаграмм строят скелетную матрицу из строк по числу эпюр и столбцов по числу состояний.

Кроме того, на плане диаграмм для входных переменных приводят строки инверсных входов.

3. Пользуясь таблицей переходов, программируют матрицы:

а) на матрицах И, ИЛИ потенциал E заменяют соединением между строкой и столбцом;

б) на инверсной матрице НЕ–И коммутируют низкие потенциалы по соответствующим адресам плана.

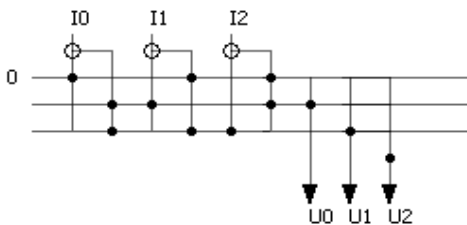


Рис. 5. Схема в матричной логике

4. Представляют программируемую матрицу в форме, удобной для пользования.

Строим скелетную матрицу на три выхода (матрица ИЛИ) и шесть входов (матрица И/НЕ–И). На пересечении линий состояния и входа ставится прожиг (точка). Если терм соответствует единичному значению таблицы состояний, то точка ставится на матрице И, если нулевому – на матрице НЕ–И. На матрице ИЛИ точка ставится там, где она соответствует единице в таблице состояний.

Матричные схемы представляют собой сетку ортогональных проводников, на местах пересечения которых установлены элементы односторонней проводимости (ЭОП) (диоды, транзисторы).

Анализ матричной схемы проведем путем сравнения с таблицей состояний, что и подтверждает правильность ее построения (см. рис. 3).

Таким образом, рассмотрены функции диода в комплексе: в виде схем (структурной и матричной логике) и таблиц, временных диаграмм, математической модели ВАХ, для адекватного представления физики процесса.

Для наглядности математические модели ВАХ диода приведены в алгебраической и графической формах представления.

Рассмотрена методика построения таблицы истинности, а также матричной схемы методом аналогии и временной диаграммы методом транспонирования, что позволило выявить закономерности для комплексного представления функции диода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глинкин, Е.И. Микропроцессорные средства / Е.И. Глинкин, Б.И. Герасимов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 140 с.
2. Глинкин, Е.И. Схемотехника микропроцессорных средств / Е.И. Глинкин, М.Е. Глинкин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 148 с.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 621.396.965

В.В. Глызин, А.И. Рыжов*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СИНТЕЗА АЛГОРИТМОВ СОПРОВОЖДЕНИЯ МАНЕВРИРУЮЩИХ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ

Сопровождение целей является весьма сложной задачей, поскольку в большинстве случаев априорные знания о характере маневра отсутствуют. В связи с чем используются так называемые фильтры сопровождения.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» С.Н. Данилова.

К синтезу фильтров сопровождения применяются различные подходы. Уравнения для этих фильтров различаются по способу получения экстраполированной и уточненной оценок вектора состояния и по способу определения экстраполированной ковариационной матрицы и ковариационной матрицы уточненной оценки.

Одним из наиболее распространенных, до недавнего времени, способов построения радиоэлектронных систем (РЭСС) является синтез на основе алгоритмов теории линейной оптимальной фильтрации.

Теория оптимальной линейной фильтрации основана на гипотезе о точном соответствии моделей динамики состояния системы и измерений исследуемым физическим процессам. Такая априорная информация действительно необходима для создания оценщика с минимальной дисперсией, поскольку и структура фильтра и его параметры должны быть точно «настроены» на ожидаемое состояние. Однако на практике столь полными знаниями о модели располагают довольно редко, чаще имеются лишь оценки (с некоторой неопределенностью) статистических характеристик шума и начального состояния системы. Кроме того, линейная модель часто является лишь приближенным описанием реальных динамических систем и наблюдаемых процессов.

Как правило, параметры маневра цели неизвестны. Ускорение ее обычно учитывается в виде стационарного случайного входного воздействия. Хотя на практике, применительно к одиночной траектории, ускорение представляет собой нестационарный процесс. Решение задачи обеспечения в РЭСС требуемой точности слежения и устойчивости к срыву сопровождения высокоманевренных целей с помощью алгоритмов калмановской и подобных ей (Берга, Сонга) фильтрации не приносит желаемого результата из-за практической независимости коэффициентов усиления фильтра от элементов вектора состояния.

На практике алгоритмы линейной фильтрации реализованы в существующих РЛС в виде α - β и α - β - γ -фильтров.

В радиолокационных комплексах (РЛПК) истребителей в режиме измерения координат используются алгоритмы фильтрации, в которых экстраполяция траектории осуществляется исходя из гипотезы относительного движения с постоянной скоростью. Для решения задачи сопровождения целей по дальности формируется оценка дальности (D_0) и скорости сближения (V_0) по алгоритму α , β -фильтрации:

$$D_3(k+1) = D_0(k) + V(k); \quad D(0) = D_n; \quad (1)$$

$$D_0(k+1) = D_3(k+1) + \alpha \Delta D(k+1); \quad (2)$$

$$V_0(k+1) = V_0(k) + \frac{\beta}{\tau} \Delta D(k+1), \quad V(0) = V_n; \quad (3)$$

$$\Delta D(k+1) = D_n(k+1) - D_3(k+1), \quad (4)$$

где $D_3(k)$ и $V_3(k)$ – экстраполированные значения дальности и скорости сближения; D_n – дальность, измеренная РЛС по времени запаздывания

отраженного от цели сигнала; α и β – коэффициенты усиления фильтра ΔD обновляющий процесс (невязка). Начальные условия D_n и V_n определяются в режиме захвата цели [2]. Коэффициенты α и β выбираются из условий компромисса между требованиями точности и устойчивости сопровождения.

Рассмотрим другие подходы к синтезу фильтров сопровождения.

1. Обобщенный полиномиальный фильтр Калмана. Уравнение движения объекта вдоль каждой пространственной координаты в предположении, что шумовые процессы отсутствуют, может быть записано в виде дифференциального уравнения степени m , решением которого является полином степени $(m - 1)$.

2. Полиномиальный α - β - γ -фильтр в отличие от соответствующего фильтра Калмана имеет постоянную весовую матрицу. Уравнения динамики развязаны по трем пространственным координатам.

3. Фильтр Калмана с раздельной обработкой по осям координат. Разновидность обобщенного фильтра Калмана, в котором определение экстраполированной ковариационной матрицы осуществляется в предположении отсутствия связи между координатами.

4. Адаптивный обобщенный фильтр Калмана. Ковариации шумов возмущения и наблюдения определяют в реальном масштабе времени в отличие от обобщенного фильтра Калмана с псевдошумом, где они являются функциями конкретных траекторий и/или переменных состояния. Обобщенный фильтр Калмана с преобразованной весовой матрицей позволяет сократить вычисления за счет упрощенной процедуры вычисления весовой матрицы.

5. Обобщенный фильтр Калмана с кусочно-постоянным усилением позволяет сократить вычисления за счет упрощенной процедуры вычисления весовой матрицы, принимая ее постоянной при обработке N последовательных отсчетов.

6. Фильтр с ограниченным шумом. Используется, когда шумы возбуждения и наблюдения не известны, за исключением ограничений на их интенсивность. В этих и других видах фильтров предпринимаются попытки учесть совершаемые целью маневры.

Ошибки оценивания для фильтра с переключаемой размерностью вектора состояния меньше по сравнению с фильтром, оценивающим входное воздействие, и приблизительно равны ошибкам фильтра, использующим многогипотезную модель динамики цели. Недостатком первого фильтра является необходимость реинициализации вектора состояния с началом маневра и увеличение времени переходного процесса в системе. Способ сопровождения с оценкой входного воздействия требует [2] до 20 параллельно включаемых фильтров Калмана и расчета функции максимального правдоподобия по каждому фильтру. Использование модифицированной модели ускорения Берга не приводит к существенному уменьшению ошибки оценивания, но время расчета сокра-

щается в 1,5 – 2 раза за счет использования связанной с целью системы координат для определения матрицы ковариации ошибок оценивания.

Алгоритм адаптивной фильтрации с настройкой матриц ковариаций шумов наблюдения R и шумов модели Q и оценкой входного воздействия оказывается достаточно эффективным в условиях априорной неопределенности шумов и входных воздействий. Разность действительных и оцененных значений матрицы Q стремится к нулю, но наблюдается малая скорость сходимости оценок, что может быть неприемлемо в условиях интенсивного маневрирования цели. Оценки матрицы R с течением времени изменяются в области действительных значений. Результаты моделирования алгоритма показывают, что ошибка оценивания уменьшается на 50 – 60 % к моменту начала маневра, затем резко возрастает и эффективно снижается на этапе маневра. Несмотря на приемлемые результаты, вычислительные затраты, необходимые для реализации данного алгоритма, могут оказаться непомерно большими.

В этом случае задается несколько моделей движения и соответствующих им фильтров, включаемых параллельно.

Некоторые фильтры, входящие в модель, в силу несоответствия моделируемого и реального шумов объекта могут расходиться. В этом случае может производиться их отключение.

Выводы. Прделанный анализ позволяет наметить подход к синтезу систем сопровождения целей.

1. Оптимизация адаптивного следящего измерителя может быть осуществлена на основе выбора необходимых компонент вектора наблюдения и состояния.

2. Оптимизация следящего измерителя на основе многомодельных систем может быть осуществлена на основе набора моделей в соответствии с изменяющимся типом обстановки.

3. Неопределенность в движении цели, совершающей неожиданный маневр, может быть значительно снижена на основе накопленных заранее данных (в том числе экспертных) о действиях противника в типовых ситуациях в зависимости от сложившейся обстановки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Канащенков, А.И. Облик перспективных бортовых радиолокационных систем. Возможности и ограничения / А.И. Канащенков, В.И. Меркулов, О.Ф. Самарин. – М. : ИПРЖР, 2002. – 176 с.

2. Данилов, С.Н. Алгоритм сопровождения воздушных объектов следящим устройством в режиме обзора на основе аппроксимации области неопределенности оцениваемых параметров эллипсоидом наименьшего размера / С.Н. Данилов // Радиосистемы. – 2006. – Вып. № 97. – № 9. – С. 77 – 81. – (Радиотехника; №5).

Кафедра «Радиотехника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 621.927

*Р.В. Барышников**

**РАЗРАБОТКА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПЛАНЕТАРНОЙ
МЕЛЬНИЦЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НАНОПОРОШКОВ
МЕТОДОМ САМОИСТИРАНИЯ**

Широкое использование нанопорошков при производстве высокоогнеупорной керамики, радиокерамики, носителей катализаторов дожига выхлопных газов автотранспорта, волоконной оптики и керамики для производства зубных протезов сдерживается высокой стоимостью, недостаточной химической чистотой готового продукта, широким диапазоном гранулометрического состава. Одним из путей решения данной проблемы является получение наноразмерных порошков механическим путем в планетарных мельницах. В большинстве случаев измельчение материала происходит с помощью мелющих тел. Основным механизмом измельчения являются удар и частично истирание. Измельчению ударом подвергаются те частицы, которые попадают между соударяющимися между собой или с обечайкой барабана мелющими телами. Истирание происходит между мелющими телами, которые проскальзывают относительно друг друга. В результате соударений и проскальзывания мелющих тел одновременно с измельчением материала происходит истирание самих тел и в готовом продукте появляются примеси, которые снижают его химическую чистоту.

Измельчение частиц материала возможно и без мелющих тел, т.е. в результате самоистирания. Механизм самоистирания частиц является преобладающим при циркуляционном режиме движения сыпучего материала в поперечном сечении барабана, который существует при угловой скорости вращения барабана в диапазоне $(0,05...0,3)\omega_{кр}$, где $\omega_{кр} = (g/R_6)^{0,5}$, g – ускорение свободного падения, R_6 – внутренний радиус барабана.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ГГТУ» В.Ф. Першина.

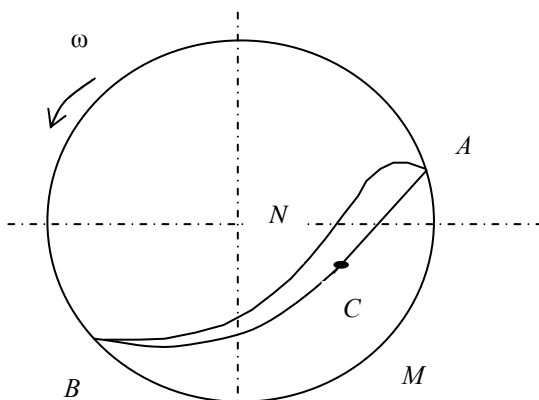


Рис. 1. Схема движения материала в поперечном сечении вращающегося барабана при циркуляционном режиме

При циркуляционном режиме материал, находящийся в поднимающемся слое (*ACBM*, рис. 1), вращается вместе с барабаном и неподвижно относительно обечайки. В скатывающемся слое (зона *ACBN*) частицы движутся вниз. На границе раздела слоев (линия *ACB*) частицы проскальзывают относительно друг друга и именно в окрестности этой границы происходит самоистирание частиц.

Более интенсивно измельчение частиц происходит в планетарной мельнице, схема которой представлена на рис. 2.

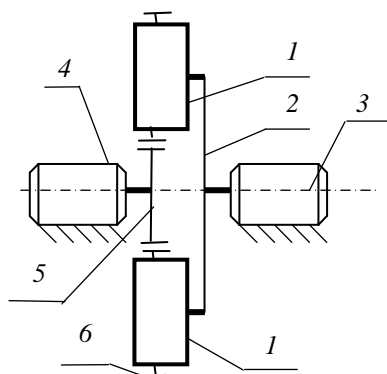


Рис. 2. Схема вертикальной планетарной мельницы:

1 – помольные барабаны; *2* – водило; *3* – привод водила; *4* – привод вращения помольных барабанов относительно их собственных осей; *5* – центральное зубчатое колесо; *6* – зубчатое колесо на барабане

Привод 3 вращает водило 2 с угловой скоростью ω_1 и через зубчатые колеса 5 и 6 вращает барабаны 1 с угловой скоростью $\omega_{61} = \omega_1 i_{56}$, где i_{56} – передаточное отношение между зубчатыми колесами 5 и 6 (рис. 3). Привод 4 вращает зубчатое колесо 5 с угловой скоростью ω_2 . При выключенном приводе 3 от привода 4 барабаны 1 относительно собственных осей будут вращаться с угловой скоростью $\omega_{62} = \omega_2 i_{65}$. Если оба привода включены, то результирующая скорость вращения барабанов относительно собственных осей определяется по следующей формуле:

$$\omega_6 = (\omega_{16} \pm \omega_{26}). \quad (1)$$

Знак «плюс» ставится в том случае, когда приводы 3 и 4 вращаются в одну сторону.

По всей видимости, в планетарных мельницах циркуляционный режим движения сыпучего материала в поперечном сечении помольного барабана существует при тех же условиях, что и в обычном барабане. Можно предположить, что центробежное ускорение в зоне измельчения будет равно: $\alpha = \omega_1^2 R_{сд}$, где $R_{сд}$ – расстояние от центральной оси вращения до центра зоны измельчения. Тогда критическая скорость вращения помольного барабана определяется по формуле:

$$\omega_{крп} = (\omega_1^2 R_{сд} / R_6)^{0,5}. \quad (2)$$

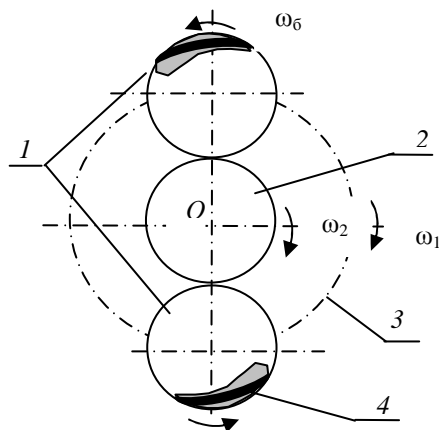


Рис. 3. Схема движения материала в вертикальной планетарной мельнице:

1 – помольные барабаны; 2 – центральное зубчатое колесо;

3 – траектория движения водило; 4 – зона самоистирания

Таким образом, при определенном соотношении угловых скоростей водила и помольных барабанов можно получить характер движения материала, аналогичный показанному на рис. 1.

Результаты предварительных экспериментов показали, что нанопорошки, которые пользуются спросом на рынке, можно получать методом самоистирания, т.е. без мелющих тел, но в этом случае перегрузки в зоне самоистирания планетарной мельницы должны быть порядка 1000g.

К таким материалам относятся, например, нанопорошки оксидов: алюминия; циркония; скандия; титана; церия; иттия; титаната бария.

При реализации измельчения сыпучих материалов методом самоистирания в планетарных мельницах могут быть существенно снижены удельные энергозатраты, т.е. потребление электроэнергии на производство 1 кг нанопорошка. Оптимальный коэффициент заполнения барабана материалом в шаровой мельнице при реализации циркуляционного режима движения равен 0,3, т.е. 30 % объема барабана заполнено мелющими телами и измельчаемым материалом примерно в равных по объему количествах. Если на планетарной мельнице установлено два помольных барабана с внутренними диаметрами 200 мм и длиной 100 мм, то объем мелющих тел составляет 234 см^3 , а масса – 1824 г. Объем измельчаемого материала – 234 см^3 , масса – 468 г. Если исключить из процесса мелющие тела, то массу измельчаемого материала можно увеличить в два раза, т.е. до 936 г. Суммарная масса загрузки в барабан уменьшится с 2292 г до 936 г, т.е. в 2,4 раза. В связи с этим можно уменьшить толщину обечайки барабана с 10 мм до 6 мм, а массу двух барабанов с 12 246 г до 7377 г. Суммарная масса барабанов с загрузкой уменьшится с 14 538 г до 8313 г, т.е. в 1,7 раза. За счет уменьшения суммарной массы потребление электроэнергии на вращение барабанов уменьшится не менее чем в 1,3 раза, а учитывая, что время измельчения уменьшится примерно в 10 раз, а загрузка в барабаны увеличится в 2 раза, удельные энергозатраты на производство нанопорошков уменьшатся примерно в 26 раз.

Поскольку в процессе не применяются мелющие тела, то измельчение всех частиц происходит только по механизму самоистирания, а, следовательно, диапазон изменения гранулометрического состава готового продукта существенно сокращается.

Таким образом, создание высокоскоростной планетарной мельницы, реализующей режим циркуляционного движения измельчаемого материала, позволит повысить производительность оборудования и химическую чистоту нанопорошков, а также получить монодисперсный продукт.

*Кафедра «Прикладная механика и сопротивление материалов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*В.С. Любимов, П.А. Хохлов, А.В. Мележик**

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА ИЗМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ РАСТВОРОВ С УГЛЕРОДНЫМ НАНОМАТЕРИАЛОМ

Основной проблемой при получении нанокompозитов является обеспечение равномерного распределения углеродных нанотрубок (УНТ) в матрице композита. Применение ультразвука в диспергировании наноматериалов создает множество эффектов. Наиболее очевидным является диспергирование материалов в жидкостях, с тем чтобы разрушить агломераты частиц. Ультразвуковое воздействие используется также при синтезе частиц. Как правило, это приводит к более мелким частицам и повышению однородности размеров частиц. Ультразвуковая кавитация способствует лучшему диспергированию частиц. Этот эффект также может быть использован для функционализации материалов, имеющих высокую удельную поверхность.

В работе приводятся экспериментальные исследования по созданию устойчивых растворов углеродных наноматериалов в воде. Распределение углеродного наноматериала в воде оценивалось по оптической плотности коллоидного раствора.

Оптическая плотность – мера непрозрачности слоя вещества для световых лучей – равна десятичному логарифму отношения потока излучения F_0 , падающего на слой, к ослабленному в результате поглощения и рассеяния потоку F , прошедшему через этот слой: $D = \lg (F_0/F)$, иначе оптическая плотность есть логарифм величины, обратной коэффициенту пропускания слоя вещества: $D = \lg (1/\tau)$. (В определении используемой иногда натуральной оптической плотности десятичный логарифм \lg заменяется натуральным \ln .)

Были приготовлены дисперсии УНТ серии «Таунит» в водной среде с различными поверхностно-активными стабилизаторами – ПВП и Диспергатор НФ. ПВП (поливинилпирролидон) – биополимер, смесь амфотерных линейных полимеров с варьирующей степенью вязкости. Белый гигроскопичный порошок. Растворяется в воде, спирте, ароматических углеводах, не растворяется в эфире. Стабилизирует пену, в водных системах может быть модификатором вязкости, нетоксичен.

Технический Диспергатор НФ применяется как вспомогательное вещество в резиновой, кожевенной, анилинокрасочной, текстильной,

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» З.А. Михалевой.

химико-фотографической промышленности, в производстве синтетического каучука, химических волокон, оптических отбеливателей, а также широко применяется в производстве минеральных удобрений в качестве вещества, препятствующего слеживанию при транспортировке и хранении удобрений.

В работе был использован наноматериал «Таунит» – пакетированные МУНТ с преимущественно конической формой графеновых слоев. Материал получен каталитическим пиролизом смеси $C_3H_8 + C_4H_{10}$ на катализаторе дисперсностью 80...500 мкм на подложке толщиной 100...500 мкм в атмосфере аргона при температуре 600...650 °С.

Для создания коллоидного раствора нанотрубок в воде использовали ультразвуковую обработку суспензий УНТ на специальной установке. Установка предназначена для исследования воздействия ультразвука на жидкие среды в кавитационном и докавитационном режиме. Установка серии ИЛ-100-6/4 позволяет обрабатывать жидкости и детали, помещенные в стакан, устанавливаемый на штативном столике, и состоит из ультразвукового генератора и магнитострикционного ультразвукового преобразователя (амплитуда колебаний на частоте 22 кГц). Эксперименты проводились с цилиндрическим волноводом-излучателем, коэффициент трансформации которого составляет 1:0,5.

В процессе ультразвуковой обработки наряду с диспергированием наночастиц происходит разогрев смеси, поэтому после однократного ультразвукового воздействия смесь охлаждали до комнатной температуры во избежание процесса агрегации наночастиц.

Экспериментальные данные оптической плотности были получены на фотоэлектрическом фотометре КФК-3. Принцип действия фотометра основан на сравнении светового потока Φ_1 , прошедшего через растворитель или контрольный раствор, по отношению к которому производится измерение, и светового потока Φ_2 , прошедшего через исследуемую среду.

Световые потоки Φ_1 и Φ_2 фотоприемником преобразуются в электрические сигналы, которые обрабатываются микро-ЭВМ фотометра и представляются на цифровом табло в виде коэффициента пропускания, оптической плотности, скорости изменения оптической плотности и концентрации.

В стакан объемом 150 мл налили 100 мл воды, присыпали навеску 0,0067 г Таунита. После чего подвергли ультразвуковому воздействию в течение 20 минут. Аналогичные эксперименты провели с добавлением 0,005 г ПВП и 0,005 г Диспергатора НФ. Оптическую плотность растворов определяли при длине волны равной 500, в 0,5 см кювете, с оптической плотностью воды равной 0,045.

В результате проведенных экспериментов были получены данные, представленные в табл. 1.

1. Оптическая плотность растворов

Время обработки ультразвуком, мин	Оптическая плотность р-ра (вода и Таунит)	Оптическая плотность р-ра (вода, Таунит и ПВП)	Оптическая плотность р-ра (вода, Таунит и Диспергатор НФ)
1	0,161	0,176	0,189
2	0,177	0,192	0,236
3	0,193	0,204	0,249
4	0,212	0,211	0,258
5	0,214	0,216	0,27
6	0,226	0,233	0,271
7	0,231	0,236	0,29
8	0,24	0,239	0,291
9	0,244	0,243	0,301
10	0,247	0,253	0,303
12	0,252	0,259	0,304
14	0,26	0,273	0,316
16	0,27	0,279	0,321
18	0,278	0,297	0,33
20	0,285	0,299	0,337

В графическом виде экспериментальные данные представляют собой зависимость оптической плотности от времени ультразвукового диспергирования (рис. 1).

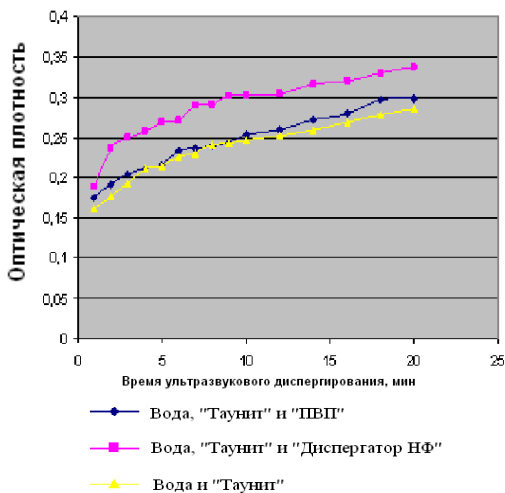


Рис. 1. Зависимость оптической плотности от времени ультразвукового диспергирования

Анализ экспериментальных исследований показывает, что применение ультразвукового воздействия на растворы с углеродными нанотрубками при комнатной температуре приводит к росту оптической плотности. УНТ образуют неустойчивые коллоидные растворы с водой. При добавлении ПВП в раствор оптическая плотность увеличивается, но незначительно. Самым лучшим поверхностно-активным стабилизатором оказался Диспергатор НФ – значительно увеличивающий устойчивость растворов.

Исследования по созданию устойчивых коллоидных растворов УНТ в водных средах дадут возможность обеспечить равномерное распределение углеродного наноматериала в модифицирующих добавках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mimani, Patil K. C. Solution combustion synthesis of nanoscale oxides and their composites // Mater. Phys. Mech. – 4. – 2001. – 134 – 137.
2. Ткачев, А.Г. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур : монография / А.Г. Ткачев, И.В. Золотухин. – М. : Машиностроение–1, 2007. – С. 215 – 238.

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

УДК 66-963

*А.Е. Кучерова, А.Е. Бураков, Ю.А. Герасимова,
А.С. Заикин, О.Ю. Яцишина**

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ – МОДИФИКАТОР АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД

Одним из наиболее перспективных адсорбентов, используемых для удаления из воды примесей и загрязнений, обуславливающих, в частности, ухудшение органолептических показателей, является активированный уголь (АУ). В настоящее время АУ занимают ведущее место среди сорбирующих материалов, область применения их сильно расширилась [1].

Применение АУ обеспечивает возможность устранения почти всех привкусов и запахов воды, значительное улучшение технологических показателей обработки воды другими реагентами и, наконец, интенсификацию обеззараживания в результате сорбции простейших, бактерий и других микроорганизмов.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.Г. Ткачева.

При помощи АУ также осуществляют очистку различных водных сред, таких как, например, водно-спиртовые смеси (ВСС) ликероводочной промышленности. Качество обработанной АУ сортировки (нефильтрованный раствор спирта и очищенной воды) определяется содержанием сивушных масел, альдегидов и органолептических характеристик, а также улучшением вторичных показателей ВСС: жесткости, щелочности, окисляемости, прозрачности.

В данной работе рассмотрена возможность повышения качества воды и ВСС путем использования АУ, модифицированного углеродными нанотрубками (УНТ) (рис. 1).

Авторами разработана технология поверхностного наномодифицирования АУ, включающая:

- приготовление и активацию исходного раствора гетерогенной металлоксидной каталитической системы (основные компоненты: Ni, Co, Y, Mo, Mg, Al) [2];
- предварительную обработку материала-носителя (механическая, химическая и т.д.);
- процесс пропитки АУ исходным раствором веществ-прекурсоров катализатора синтеза УНТ;
- процесс термической обработки пропитанного образца на воздухе при температуре 160...220 °С;
- процесс газофазного химического осаждения УНТ на подготовленном образце в промышленном реакторе ($t_{\text{пр}} = 650$ °С);
- процесс финишной обработки полученного материала (механическое и химическое удаление примесей и агломератов УНТ, не зафиксированных на волокнах-носителях).

Получены образцы наномодифицированных АУ (БАУ-А, АГ-3) (рис. 2).

Опытные партии образцов наномодифицированных АУ были продиагностированы в лабораториях Всероссийского научно-исследовательского института пищевой биотехнологии (ВНИИПБТ) – очистка ВСС; Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН (ИОНХ РАН) – очистка воды.

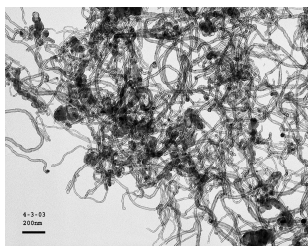


Рис. 1. Структура УНТ

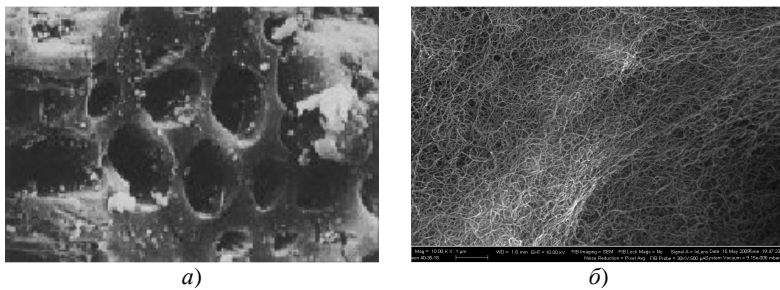


Рис. 2. Структура активированного угля:
а – стандартная; *б* – наномодифицированная УНТ

Методика исследований ВНИИПБТ заключалась в следующем. ВСС перемешивали с добавкой расчетного количества исследуемого материала (0,5 и 1,0 кг/тыс. дал) в течение 1 часа, затем оставляли в контакте еще на 1 час и фильтровали через бумажные фильтры, предварительно прокипяченные в 40%-ной сортировке.

Для образцов ВСС до и после фильтрации проводили газохроматографический анализ, определяли жесткость, щелочность, окисляемость, величину рН, содержание микроэлементов и дегустационные показатели (табл. 1)

Увеличение значений качественных показателей ВСС, приведенных в таблице, доказывает целесообразность использования УНТ в качестве поверхностного модификатора АУ.

Наномодифицированный АУ позволяет снизить содержание органических веществ и хлора, удалить запах, цвет, улучшить органолептические свойства воды.

Целью исследования, проводимого лабораторией ИОНХ, являлось установление эффективности удаления свободного хлора, хлороформа и меди (II) из водного раствора в динамическом режиме АУ, поверхность которого модифицирована УНТ (табл. 2).

1. Результаты физико-химического, микроэлементного анализа ВСС

Определяемый показатель	Исходная сортировка	Сортировка после наномодифицированного материала
Жесткость, °Ж	0,04	0,25...1,0
Щелочность (НСl)	0,1	0,3...0,55
Водородный показатель, рН	6,2	7,2...8,2
Прозрачность, Т	95	96...100
Окисляемость по Лангу, мин	10,5	11,4...15,2

2. Результаты сравнительных испытаний активированных углей

Объем раствора, л	Загрязнитель	Эффективность удаления с помощью угля, %	Эффективность удаления с помощью угля, модифицированного нанотрубками, %
10	Гипохлорит натрия	0	0
10	Сульфат меди (II) (Cu^{2+})	0	5
10	Хлороформ (CHCl_3)	0	13

Так как эффективность удаления вредных примесей с помощью АУ, модифицированного УНТ, показанная в таблице, выше, проведенные исследования доказывают целесообразность использования наномодифицированного АУ для улучшения качества воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кинг, Х. Активные угли и их применение / Х. Кинг, Х. Бадер. – М.: Химия, 1984. – 210 с.
2. Исследование активации металлоксидных катализаторов для синтеза многослойных углеродных нанотрубок / Е.А. Буракова, А.Е. Бураков, И.В. Иванова и др. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 337 – 341.

*Кафедра «Техника и технологии производства нанопроductов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 608.1

*А.В. Бирюков, А.В. Таров**

О ПАТЕНТОВАНИИ ОБЪЕКТОВ НАНОИНДУСТРИИ

Главной задачей развития nanoиндустрии в Российской Федерации является создание конкурентных преимуществ России на мировом рынке высоких технологий и формирование научно-технического потенциала России, отвечающего современным тенденциям мирового технологического развития.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Т.В. Пасько.

Для решения этой задачи организации, составляющие нанотехнологическую сеть, должны создавать свои разработки на высоком научно-техническом уровне, соответствующем мировым тенденциям развития отрасли, т.е. создаваемая и выпускаемая отечественными производителями нанотехнологическая продукция должна быть новой, способной к правовой охране, удовлетворять потребительским качествам, иметь технико-экономическую эффективность и конкурентоспособность.

Обеспечение высокого научно-технического уровня разработок возможно путем использования патентной информации и проведения на ее основе с привлечением других видов научно-технической и рекламно-экономической информации и документации, содержащих сведения о последних научно-технических достижениях, исследований технического уровня и конкурентоспособности создаваемой научно-технической продукции [1].

В Российской Федерации ежегодно поддерживается в силе около 125 – 130 тыс. патентов, из них 1/5 часть принадлежит иностранным патентообладателям, а 4/5 – российским. Иностранные компании патентуют в РФ в основном устройства и способы в области высоких технологий (перспективные устройства и способы передачи информации, обработка данных, управление промышленностью), фармацевтические средства, а также перспективные конструкционные материалы и вещества, используемые в современной промышленности. Среди патентов в области нанотехнологий в первой половине 2000-х годов доля США и Канады составляла 45 %, доля Европы (15 государств + страны Европейской ассоциации свободной торговли – EFTA) составляла 39 %, на Азию приходилось 13 % всех патентов и на все другие страны – 3 %. Патентование отечественными учеными сектора нанотехнологий в РФ является в настоящее время одной из весьма актуальных задач на пути от инновации к коммерциализации научно-технологических разработок.

Работы по определению патентоспособности разработок, технического уровня, тенденций развития, патентной чистоты и конкурентоспособности разработок в сфере нанотехнологий имеют ряд специфических особенностей, требующих особого подхода при проведении патентования.

При патентовании необходимо учитывать многоотраслевой характер нанотехнологий, при котором одно и то же явление, обусловленное масштабным эффектом, может быть использовано в различных отраслях экономики, в частности: сельское хозяйство, диагностика болезней на ранних стадиях, экология, медицина, фармакология, информационно-телекоммуникационные технологии, производство новых материалов и материаловедение и многие другие. Эти особенно-

сти нанотехнологий обуславливают различную терминологию и различные исследовательские, технологические и измерительные подходы и методы, используемые в различных отраслях научными центрами и лабораториями.

Следовательно, в процессе проведения патентных исследований при разработке и создании объектов нанотехнологий – наноматериалов и наноустройств – необходимо учитывать не только принципы создания таких объектов, но и широчайшую сферу их применения.

Патентование по нанотехнологиям сопряжено с вышеуказанной их спецификой и как следствие разбросанностью по многочисленным рубрикам Международной классификации изобретений (МПК). Если исходить из содержания МПК, то можно определить лишь немногочисленные ее рубрики, в которых могут содержаться патентные документы по нанотехнологиям:

A 61 K 9/51	нанокапсулы для медицинских препаратов
B 05 D 1/00	способы нанесения жидкостей или других текучих веществ на поверхность
B 82 B 1/00	наноструктуры
B 82 B 3/00	изготовление или обработка наноструктур
C 01 B 31/02	получение углерода (углеродные наноструктуры, например нанотрубки, наноспираль и т.п.)
G 01 B	измерение размеров с использованием, например техники сканирующего зонда
G 01 N 13/10-13/24	исследование или анализ поверхностных структур в атомном диапазоне с использованием техники сканирующего зонда
G 02 F 1/017	оптические квантовые колодцы
G 12 B 21/00-21/24	конструктивные элементы устройств, использующих метод сканирующего зонда
H 01 F 10/32	многослойные структуры со спиновой связью, например наноструктурированные сверхрешетки
H 01 F 41/30	способы и устройства для нанесения наноструктур, например посредством молекулярно-пучковой эпитаксии
H 01 L 29/775	квантуемый по проводам полевой транзистор с каналом с кристаллическим газоносителем при подаче на затвор напряжения одной полярности (квантовые проводники)

Патентные документы одного и того же назначения могут содержаться в различных рубриках. Например, патент на полезную модель № 64199 «Устройство перемещения для нанотехнологий» по B 82 B 3/00, а патент на полезную модель № 65299 «Нанотехнологиче-

ское устройство перемещений» того же патентообладателя и назначения – классифицирован по H 01 L 41/00.

При поиске патентов по нанотехнологиям по базам данных ФГУ ФИПС можно воспользоваться не только ключевыми словами, явно относящимися к нанотехнологиям и наноматериалам, например наномозик, нанокристалл и т.п., но и следующими словами-терминами: адсорбционный слой, актоатор, ассемблер, атомно-силовой микроскоп, аэрогель, бактериофаг, гетероструктура, графен, кантилевер, катализ, квант, квантовая точка, лазерная абляция, синхротрон, сканирующий туннельный микроскоп, углеродная нанотрубка, фотонный кристалл, фрактал, фуллерен, фуллерит, хиральность, цеолиты, ядерный магнитный резонанс (ЯМР), препрег, плазмаферез [2].

Несовершенство МПК с точки зрения недостаточности упорядоченности классификационных рубрик именно для нанотехнологий затрудняет патентный поиск документов и снижает достоверность анализа данной области техники.

В настоящее время ВОИС рассматривает варианты исправления существующей ситуации.

Есть предложения, в том числе и Российской Федерации, ввести дополнения в рубрики В 82 В 1/00 – наноструктуры и В 82 В 3/00 – изготовление или обработка наноструктур, т.е. сделать их более детальными (с подгруппами) с отражением, например, отраслевого назначения нанотехнологий, как это сделано в американской патентной классификации, в которую введен специальный класс 977 «Нанотехнология», содержащий 264 подкласса, или Европейским патентным ведомством (ЕПВ), которым введен новый классификационный индекс Y 01 N с шестью рубриками для выделения патентов по нанотехнологиям в базах данных esp@cenet: Y 01 N2 – нанобиотехнологии; Y 01 N4 – нанотехнологии для обработки, хранения и передачи информации; Y 01 N6 – нанотехнологии для материалов и покрытий; Y 01 N8 – нанотехнологии для взаимодействия, индикации и приведения в действие; Y 01 N10 – нанооптика; Y 01 N12 – наномагнетизм.

Работы по определению патентоспособности разработок, технического уровня, тенденций развития, патентной чистоты и конкурентоспособности разработок в сфере нанотехнологий требуют создания специальной нормативно-правовой и методологической базы.

При этом следует рассматривать решение указанных задач в комплексном виде, т.е. необходимо:

1. Разработать нормативно-правовую и методическую базу проведения патентных исследований по определению технического уровня и тенденций развития, патентоспособности, патентной чистоты и конкурентоспособности разработок в сфере нанотехнологий.

2. Создать централизованное патентно-информационное обеспечение разработок в сфере нанотехнологий.

3. Обеспечить консультационное сопровождение патентных исследований, проводимых в организациях, работающих в области нанотехнологий.

4. Проводить на постоянной основе мониторинг патентования и лицензирования разработок в сфере нанотехнологий.

Следует отметить, что Роспатент уже предпринял определенные шаги в этом направлении. Так, для обеспечения возможности мониторинга подачи отечественных изобретений в сфере нанотехнологий налажено регулярное дополнительное классифицирование изобретений, относящихся к нанотехнологиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патентование нанотехнологий в России / Ю.Г. Смирнов и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Патент, 2010. – 115 с.

2. Термины и определения в области функциональных наноматериалов для энергетики / А.А. Авдеев [и др.] // Цветные металлы. – 2008. – № 10. – С. 69 – 78.

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

УДК 66.081.6

*Ю.А. Герасимова, А.Е. Бураков, А.Е. Кучерова,
А.С. Заикин, О.Ю. Яцишина**

ТОНКАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВЫХ СРЕД

Вредные вещества, находящиеся в воздухе в виде аэрозолей, состоят из твердых частичек или жидких капелек, распределенных в воздухе. Такие вещества могут вызывать краткосрочные или долгосрочные проблемы со здоровьем, повреждая легкие или проникая в кровеносную систему. Аэрозольные частички размером более 100 микрон в диаметре обычно быстро оседают под действием силы тяжести и не представляют опасности. Более мелкие частички в состоянии находиться в воздухе достаточно долго, чтобы проникнуть с воздухом в респираторный тракт. Чем меньше размер частичек, тем дольше они находятся в воздухе и тем больше вероятности их проникновения в органы дыхания. Частички диаметром менее 10 микрон называются вдыхаемыми, они способны достигать зоны газообмена в легких человека. Аэрозоли могут быть в виде пыли, туманов или дымов.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.Г. Ткачева.

Аэрозольная пыль образуется в процессе разрушения твердых материалов (например, во время размалывания или шлифовки твердых минералов), при рассеивании в воздухе мелкого порошка (работа с цементом, мукой и подобными материалами) или от ранее осевшей пыли. Некоторые пыли могут принимать аэрозольный характер в виде волокон, например стекловолокно или другие синтетические волокна. Длина волокон, по крайней мере, в три раза больше их ширины и такая форма обуславливает специфику их осаждения в респираторном тракте.

Туманы – это крошечные капельки, формируемые в процессе перехода жидкости в дисперсное состояние, например во время разбрызгивания или распыления. Масляные туманы часто образуются в процессах резки и шлифовки, кислотные туманы присутствуют при нанесении гальванических покрытий, туманы красок образуются при окрашивании распылением.

Одна из разновидностей пыли и туманов – это микробиологическая аэрозоль. Такие виды аэрозолей образуются при проведении работ по хранению и переработке зерновых культур, в текстильной и хлебопекарной промышленности, пивоварении и т.п. Микробиологические аэрозоли могут образовываться в процессах переработки и утилизации промышленных и бытовых отходов. В больницах и поликлиниках вирусы и бактерии могут присутствовать в воздухе помещений.

Дымы образуются в процессах горения и испарения материалов под действием высоких температур. Пары быстро охлаждаются и конденсируются, превращаясь в очень мелкие частички диаметром менее 1 микрона, которые свободно распространяются в воздухе. В большинстве случаев горячие частички реагируют с воздухом и формируют оксиды. Сварочные работы и другие процессы, генерирующие пары расплавленных металлов, могут быть источниками дымов. В некоторых случаях различные виды аэрозолей могут образовываться при проведении одной производственной операции. Например, сварка может генерировать металлическую пыль и дым одновременно.

В настоящее время вопросам теории фильтрации во всем мире уделяется повышенное внимание. Теоретические и экспериментальные исследования проводятся во многих университетах и фирмах. Исследуется специфика улавливания частиц в разных конкретных условиях с целью выдачи рекомендаций по условиям эксплуатации определенных фильтров или с целью разработки новых фильтрующих материалов для заданных условий. Тонкая очистка воздуха и газов оказалась востребованной не только в высоких технологиях, но и во многих технологических процессах, где раньше требования к очистке не были столь велики. Решение традиционных проблем очистки вентиляционных выбросов на атомных электростанциях и других подобных предприятиях и приточной вентиляции для чистых комнат и чистых зон в

микроэлектронике и медицинских учреждениях, а также защиты органов дыхания связано со стремлением разработать фильтр с наименьшим сопротивлением потоку. Масштабы объемов очищаемого воздуха огромны и постоянно растут, так что экономически целесообразно снижать энергетические затраты на прокачку воздуха через фильтры, да и при использовании респиратора человек никогда не смирится с затрудненным дыханием, особенно при физической нагрузке. В первом случае эта проблема решается путем развертки фильтрующего материала в объеме фильтра, например путем гофрирования, во втором – путем интенсификации процесса пылеулавливания за счет электростатических эффектов осаждения, которые реализуются в фильтрах ФП или в фильтрах из электретных волокон. При решении многих задач очистки технологических газов, в том числе агрессивных, горячих, сжатых и разреженных, и при отборе проб аэрозолей также требуются фильтры с малым перепадом давления [1].

Таким образом, для решения проблем высокоэффективного пылеулавливания необходим фильтрующий материал, обладающий заданной эффективностью улавливания при минимально возможном сопротивлении.

С целью обеспечения максимального расхода газа через пористую оболочку на волокне-носителе необходимо, чтобы сопротивление потоку внутри оболочки было минимальным. Это может быть максимальным образом достигнуто применением наноразмерных волокон, образующих пористую оболочку, тем более, что с уменьшением их диаметра возрастает влияние эффекта скольжения газа на поверхности этих волокон, который характеризуется тем, что с ростом числа Кнудсена величина перепада давления на фильтре падает при постоянной скорости течения, при этом осаждение аэрозольных частиц возрастает.

Авторами разработана технология модифицирования фильтровальных высокотемпературных неорганических волокон путем газофазного химического осаждения на них высокопористой структуры углеродных нанотрубок (УНТ) (технологическая схема производства и оборудование для его получения спроектированы ООО «НаноТех-Центр», г. Тамбов).

Предлагаемая технология создания фильтрующего элемента, модифицированного УНТ, включает следующие стадии:

- приготовление и активация исходного раствора гетерогенной металлоксидной каталитической системы (основные компоненты: Ni, Co, Y, Mo, Mg, Al);
- подбор и предварительная обработка материала-носителя (механическая, химическая и т.д.);
- процесс пропитки образца волокнистого фильтрующего элемента исходным раствором веществ-прекурсоров катализатора синтеза УНТ [2];

- процесс термической обработки пропитанного образца на воздухе при температуре 500 – 600 °С;
- процесс газофазного химического осаждения УНТ на подготовленном таким образом образце в промышленном реакторе ($t_{пр} = 650$ °С).
- процесс финишной обработки полученного материала (механическое и химическое удаление примесей и агломератов УНТ, не зафиксированных на волокнах-носителях).

Фильтрующие волокна, модифицированные УНТ, обладают следующими преимуществами:

- практически не содержат аморфного углерода и частиц катализатора;
- при равномерном распределении катализатора на поверхности волокон происходит формирование сплошного нановолокнистого слоя углерода;
- зарождение УНТ происходит непосредственно на поверхности волокон, что обеспечивает хорошую адгезию между выращенным слоем УНТ и основой.

Результаты сканирующей электронной микроскопии опытных образцов модифицированных материалов, полученных в соответствии с разработанной технологией, представлены на рис. 1.

В лаборатории дисперсных систем РНЦ «Курчатовский институт» (г. Москва) получено заключение о применении образцов высокопористых материалов, модифицированных слоем УНТ, для тонкой фильтрации газов, свидетельствующее, что опытные образцы могут быть использованы:

- в качестве финишных фильтров для суперочистки газов;
- для очистки сжатых газов (волокна диаметром $d = 0,5 \dots 3$ мкм, толщина слоя УНТ $0,1 \dots 0,2d$);
- для регенерируемых фильтров (фильтры для очистки воздуха от пыли для двигателей внутреннего сгорания);
- для демистеров (туmanoуловителей).

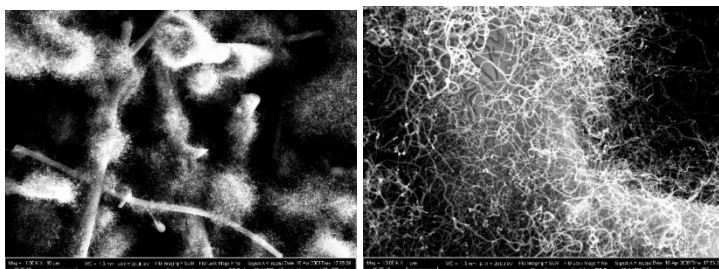


Рис. 1. Кремниевые волокна фильтра, покрытые слоем УНТ

Таким образом, можно сделать следующий вывод: разработана эффективная технология модифицирования неорганических высоко-температурных волокнистых материалов углеродными нанотрубками, позволяющая создавать фильтровальные материалы, обеспечивающие требуемое качество очистки газовых сред для заданных условий эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Langmuir, Report on Smokes and Filters. Section I. U.S. Office of Scientific Research and Development. – 1942. – No 865. – Pt. IV.
2. Бураков, А.Е. Применение углеродных нанотрубок для повышение эффективности работы волокнистых фильтров сверхтонкого обеспыливания газов / А.Е. Бураков, Е.А. Буракова, И.В. Иванова // Вестник Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. – Т. 16, № 3.

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

УДК 66.074.912

*О.Ю. Ящишина, А.Е. Бураков, А.С. Заикин, Ю.А. Герасимова**

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРА ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ СВЕРХТОНКОГО ОБЕСПЫЛИВАНИЯ

Проблема сверхтонкого обеспыливания воздуха и газов приобрела весомое значение в современных технологиях, науке и медицине в связи с развитием микроэлектроники, производства чистых веществ и лекарств, повышением требований к охране окружающей среды и к средствам индивидуальной защиты органов дыхания [1].

Фильтрующие материалы сверхтонкого обеспыливания применяются для высокоэффективной очистки газов производственных помещений, для предотвращения выбросов в атмосферу радиоактивных и токсичных аэрозолей различного происхождения, а также экологически вредных выбросов химических и других производств.

Несмотря на большое разнообразие фильтрующих материалов, наибольшее распространение для тонкой очистки воздуха от субмикронных аэрозольных частиц получили материалы из ультратонких волокон. Материалы, из которых изготавливают такие волокнистые фильтры, разнообразны: различные полимеры, стекловолокно, металлы, керамика и т.д.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.Г. Ткачева.

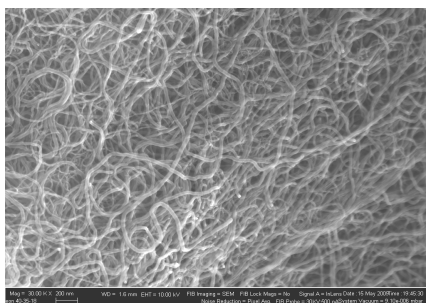


Рис. 1. СЭМ-изображение структуры УНТ (1:30000)

Однако весьма актуальной является проблема повышения качественных показателей фильтрующих материалов сверхтонкого обеспыливания. Перспективным выглядит применение для этой цели углеродных нанотрубок (УНТ) (рис. 1).

Тонкая оболочка УНТ превращает грубоволокнистый фильтр, который является подложкой, в суперфильтр, пригодный для улавливания аэрозольных наночастиц.

Цель разработки состоит в создании высокопористого высокоэффективного фильтра с малым сопротивлением потоку из микроволокон, на поверхность которых нанесен проницаемый слой УНТ, обладающий оптимальной толщиной и проницаемостью для заданных условий эксплуатации.

Авторами разработана технология модифицирования фильтровальных высокотемпературных волокон путем газофазного химического осаждения на них слоя углеродного наноматериала (УНМ) (технологическая схема производства и оборудование для его получения спроектированы ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов).

Данная технология была апробирована для создания опытных образцов финишных фильтров. С целью создания на волокнах-носителях пористой оболочки из УНТ был выбран кремниевый фильтровальный материал специального назначения (ФМСН), а также кремнеземные волокна SuperSil (табл. 1).

Получены образцы данных фильтрующих материалов, поверхность волокон которых покрыта пористой оболочкой УНТ (рис. 2).

1. Свойства высокотемпературных материалов-носителей

Марка материала	Рабочая температура $t_{\text{раб}}$, °С	Радиус волокна $a_{\text{в}}$, мкм
ФМСН	900	0,5...3
SuperSil	1200	3...5

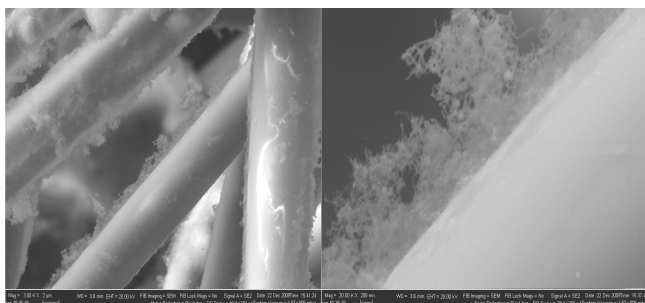


Рис. 2. Кремнеземные волокна-носители, покрытые слоем УНТ

Пропитка образцов осуществлялась активированным раствором веществ-прекурсоров катализатора синтеза УНМ, имеющим следующий состав: Ni–Co–MgO (50 – 10 – 40% мас. соответственно) [2]. Время пропитки составило 10...30 мин. Термическая обработка образца производилась при температуре 500...600 °С в течение 1 часа, после чего проводился синтез УНТ на поверхности волокон-носителей. В качестве источника углерода выступала пропан-бутановая смесь. Время синтеза 25...35 мин.

Анализ показал, что образцы представляют собой волокна, имеющие диаметр 4...10 мкм, однородно покрытые проницаемым слоем УНТ (диаметр 20...40 нм). Пористость слоя порядка 70...90%. Высота слоя – 0,2...0,4 радиуса волокон.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что материал образцов соответствует минимальным требованиям, предъявляемым к материалам фильтров для тонкой очистки газов от взвешенных субмикронных частиц.

Полученные фильтрующие элементы из неорганических волокон с синтезированными на их поверхности пористыми оболочками из УНТ являются новым перспективным материалом для создания экономичных фильтровальных систем.

Возможно также применение УНТ для модифицирования полимерных волокнистых фильтрующих материалов.

Цель разработки состоит во внесении однородного коллоидного раствора УНТ в различных органических растворителях, а также водных средах в полимерную пластичную массу, которая впоследствии подвергается процессу электроспиннинга. В качестве возможного материала для модифицирования планируется использовать продукцию ООО «РУСМАРКО» (г. Москва).

ООО «РУСМАРКО» на основе научных разработок производит широкую линейку инновационных материалов-мембран с покрытием из тончайших (нано) волокон. Продукция производится на уникальном оборудовании методом электроформования (рис. 3).



Рис. 3. Нановолокна, полученные методом электроформования

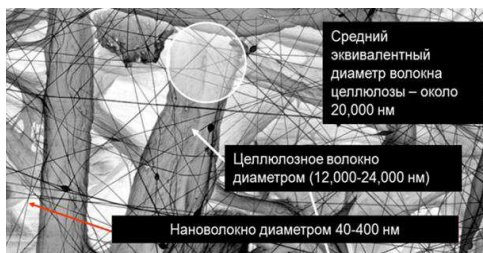


Рис. 4. Структура полимерного аэрозольного фильтра

Фильтры «РУСМАРКО» на основе нановолокон применяются в газовой промышленности для очистки газов от песка, смолистых взвесей, окалины, пыли и других твердых примесей. Они предназначены для очистки природного газа, воздуха, азота и других неагрессивных газов (рис. 4).

Структура данного материала гарантирует максимально эффективную очистку газов. Добавление различных сорбентов в фильтрующий слой позволяет его использовать также для защиты от «кислых» газов (HF , HCl , SO_2 , CO и др). Кроме того, модифицирование фильтрующего материала УНТ увеличит активную удельную поверхность волокон, повысит физико-механические свойства.

В дальнейшем планируется модификация прекурсора полимера шаржированием УНТ, а также диспергирование УНТ в полимерной массе методом сдвиговых деформаций в межвалковом зазоре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириш, В.А. Осаждение аэрозольных наночастиц в фильтрах из волокон с пористыми оболочками / В.А. Кириш // Коллоидный журнал. – 2007. – Т. 69, № 5. – С. 655 – 660.
2. Исследование активации металлоксидных катализаторов для синтеза многослойных углеродных нанотрубок / Е.А. Буракова, А.Е. Бураков, И.В. Иванова и др. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 337 – 341.

*Кафедра «Техника и технологии производства нанопроductов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*И.Г. Проценко**

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРО- И НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ И ПЛЕНОК МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Современная технология производства микросхем и оптоэлектронных устройств содержит множество методов получения пленок из проводящих и магнитных материалов, материалов с особыми оптическими свойствами.

Существуют различные методики получения данного типа пленок на поверхностях – вакуумное испарение, гальваническое осаждение, нанесение проводящих и резистивных паст. Данные процессы продолжительны во времени и зачастую не дают качественного покрытия.

Например, метод вакуумного испарения требует дорогостоящего и громоздкого оборудования, и пленка может быть нанесена только на плоскую поверхность. Гальваническое осаждение металла на непроводящие поверхности тоже сопряжено со значительными трудностями – этот процесс сопровождается выделением опасных для здоровья газов и продолжителен во времени. Кроме этого, во всех этих методах существующие технологические ограничения не позволяют нанести качественное покрытие на внутренние поверхности изделий.

В [1] авторы используют для получения микро- и наноразмерных частиц тугоплавких материалов, обладающих проводящими свойствами, метод взрыва проводника.

Целью работы является получение пленок токопроводящего материала, а также изучение структуры и толщины полученного покрытия, образованного в результате взрывного испарения различных материалов.

Известно, что основными проводящими материалами в радиоэлектронике для изготовления микросхем методом вакуумного напыления являются золото и медь. Для получения слоя с высоким электросопротивлением чаще всего используют хром, при этом изменение толщины напыленного слоя позволяет варьировать величиной электрического сопротивления.

В работе в качестве материалов для исследования были использованы медь и никром в виде проволоки толщиной 0,2 и 0,3 мм, подключаемой к батарее конденсаторов при разном напряжении на ней.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Ю.А. Брусенцова, канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» И.С. Филатова.

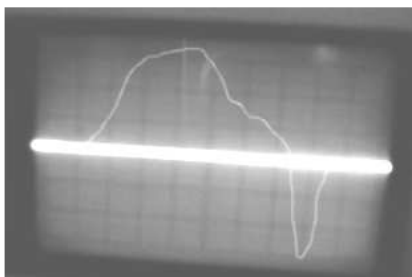


Рис. 1. Импульс тока при напряжении 55 В

При подаче тока на испаряемый проводник происходит его разрыв. Для объяснения процесса, происходящего в момент взрывного испарения, обратимся к форме импульса тока. Его описание проведем с помощью «пояса Роговского».

Изучение структуры полученных пленок проводилось на электронном микроскопе ЭМ-101А с разрешающей способностью 4 нм.

При напряжении в 55 В и емкости 14 000 мкФ, расстоянии до подложки в 1 мм на экране осциллографа (рис. 1) наблюдается плавное нарастание тока, связанное с нагревом проволоки, затем следует спад с пологим фронтом, обусловленный процессами разрушения кристаллического строения материала. Далее следует увеличение сопротивления и разрыв проводника, что видно по обратному ходу луча.

При этом образуется покрытие, структура которого приведена на рис. 2, частиц, средний размер которых 7 мкм, их можно использовать при микролегировании порошковых сплавов различного назначения.

При увеличении напряжения до 250 В характер импульса тока изменяется (рис. 3), нарастание тока становится более резким, что говорит о большей скорости нагрева и разрушения проволоки, а наблюдаемый быстрый его спад с коротким обратным ходом луча свидетельствует об испарении материала проволоки и коротком промежутке интенсивной остаточной ионизации.

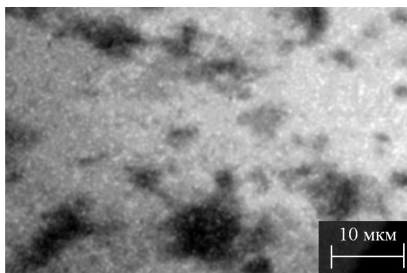


Рис. 2. Поверхность пленки при напряжении на батарее 55 В

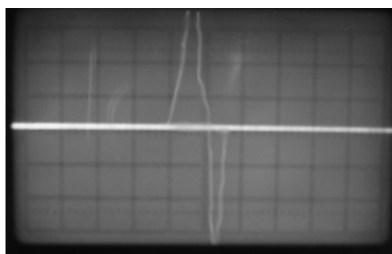


Рис. 3. Импульс тока при напряжении 250 В

Полученное покрытие имеет структуру, представленную на рис. 4. При этом средний размер частиц составляет порядка 4 мкм.

Дальнейшее увеличение напряжения до значения 400 В приводит к взрывному характеру испарения, при этом характерная картина импульсов тока не изменяется, однако процесс испарения проволоки металла сократился во времени (рис. 5).

Полученные частицы имеют размеры, которые на порядок меньше, что подразумевает их использование в качестве наноструктурных компонентов (рис. 6).

Помимо увеличения напряжения немаловажным фактором является расстояние от испаряемого материала до подложки. Так, при увеличении данной величины до 20 мм на подложке наблюдается нарушение сплошности пленки.

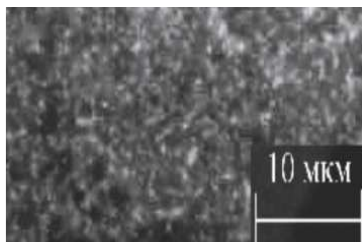


Рис. 4. Поверхность пленки при напряжении 250 В

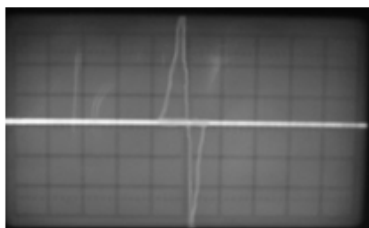


Рис. 5. Импульс тока при напряжении 400 В

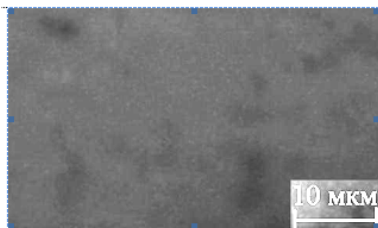


Рис. 6. Поверхность пленки при напряжении 400 В

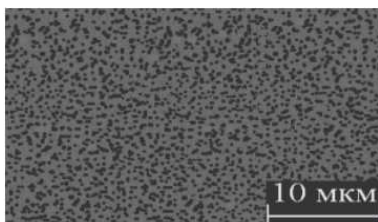


Рис. 7. Нарушение сплошности пленки при увеличении расстояния до подложки

Таким образом, в работе показано, что, изменяя электрические параметры при «взрывном» испарении, возможно получать пленки металлов и сплавов для использования в производстве отражающих и проводящих покрытий в радио- и оптоэлектронике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Получение нанопорошков вольфрама методом электрического взрыва проводников / А.П. Ильин, О.Б. Назаренко, Д.Б. Тихонов, Г.В. Яблуновский // Изв. Том. политехн. ун-та. – 2005. – Т. 308, № 4. – С. 68 – 70.

Кафедра «Материалы и технология» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 663.551.7

П.В. Кобзев, Ф.Г. Космыгин*

ПОЛУЧЕНИЕ ОКТАНОПОВЫШАЮЩЕЙ ДОБАВКИ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОГО СПИРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

В мире производится более 65 миллиардов литров спирта, Россия входит в пятерку стран по этому показателю.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.И. Леонтьевой.

Главным преимуществом топлив с не нефтяными добавками является сопоставимость их моторных свойств со свойствами традиционных топлив. Октаноповышающими добавками могут быть различные соединения, в частности спирты.

Этанол является сырьем для ликероводочной продукции, медицины, парфюмерной промышленности, а также используется как топливо. Спиртовое производство тесно связано, с одной стороны, со многими отраслями, в которых спирт служит сырьем, основным и вспомогательным материалом, с другой – с сельским хозяйством. Оно является единственным производством, способным превращать зерно, картофель и другие материалы в доброкачественный продукт.

Современная промышленная технология получения этилового спирта из пищевого сырья включает следующие стадии:

- бражная (перегонка бражки с получением бражного дистиллята и отводом барды в виде отхода производства);
- элюорационная (выделение из бражного дистиллята или спирта-сырца и концентрирование головных примесей и их отбор с фракцией головного этилового спирта – побочным продуктом производства);
- ректификационная (концентрирование спирта и его пастеризация, а также выделение в процессе концентрирования спирта промежуточных примесей в виде сивушных фракций);
- сивушная или экстрактивно-ректификационная (концентрирование сивушного масла и выделение его в виде товарного побочного продукта производства);
- окончательная очистка (дополнительная очистка ректификационного спирта с отводом на повторную ректификацию спиртовых фракций с примесями);
- выделение спирта из головной фракции (выделение из головной фракции и концентрирование метанола, альдегидов и сложных эфиров).

Вредные примеси образуются при сбраживании осахаренной массы, удаление которых осуществляется в процессе ректификации за счет разницы температур кипения этилового, метилового и высших спиртов, сложных эфиров. Отходами бродильного производства являются углекислый газ, барда, сивушный спирт и сивушные масла.

Сивушное масло представляет собой смесь высших (C3 – C10) одноатомных алифатических спиртов, эфиров и других соединений (всего около 40 компонентов, 27 из которых идентифицировано), получаемых при ректификации спирта-сырца. Часть из них неизбежно остается в ректifikате. Высшие спирты с числом углеродных атомов до 10 растворимы в воде и поэтому легко перегоняются с паром.

На выход сивушного масла оказывает влияние:

– количество задаваемых дрожжей, усиленное размножение ведет к увеличению выхода сивушного масла, накоплению его способствует также высокая температура брожения;

– чистота брожения, часть сивушного масла может быть образована за счет жизнедеятельности микроорганизмов, инфицирующих бродящую массу. Следовательно, все факторы, способствующие повышению чистоты брожения, уменьшают выход сивушного масла.

Сивушное масло придает спирту неприятный специфический запах и вкус. На стадии ректификации концентрирования примесей сивушное масло убирают.

Для получения высокооктановой добавки предлагается ввод катализатора в наноструктурной форме в бражную колонну и колонну концентрирования примесей (на 9, 10, 11 тарелки), что позволяет увеличить выход спирта и сивушного масла.

Разработка технологии очистки сивушного масла при производстве этилового спирта, обеспечивающей показатели, удовлетворяющие нормативным требованиям, позволит получить октаноповышающий компонент.

Основные компоненты, входящие в состав сивушного масла, представлены в табл. 1.

Высокие антидетонационные свойства этих веществ в сочетании с нефтяными топливами дают возможность рассматривать эти продукты в качестве перспективных высокооктановых компонентов автомобильных бензинов.

1. Основные компоненты сивушного масла

Компоненты	%
Этанол	46,13
Изоамиловый спирт	31
Изобутиловый спирт	10,9
н-пропиловый спирт	11,2

2. Октановый показатель компонентов

Компоненты	Октановое число
Этанол	97
Изоамиловый спирт	96
Изобутиловый спирт	93
н-пропиловый спирт	95

Бензино-спиртовая смесь характеризуется удовлетворительными эксплуатационными свойствами и дает значительный экономический эффект. Спирты (табл. 2) по моторному методу исследования имеют октановые числа в среднем 95,2.

Одной из наиболее серьезных проблем, затрудняющих применение спиртовых добавок, является их низкая стабильность и высокая растворимость в воде. Различие плотности бензина и спирто-содержащих добавок в воде приводит при небольших количествах воды в смеси к ее расслоению и осаждению водно-спиртовой фазы. Расслоение усиливается с понижением температуры и увеличением концентрации воды в бензине.

При добавлении нанокатализатора в производство пищевого этилового спирта на спиртзаводе ОАО «Тамбовское спиртоводочное предприятие «Талвис»» (Тамбовская обл., Тамбовский район, р.п. Новая Ляда) выход этанола повысился на 0,6 % мас./год, что обеспечит производство октаноповышающего компонента 33 580 кг/год.

Компоненты	%
Этанол	36
Вода	10
Сивушное масло	54

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ларина, Д.А. Очистка промежуточной фракции этилового спирта с помощью наноконпозиций / Д.А. Ларина, В.С. Чашемов // I Международная научно-практическая конференция «Современная наука: теория и практика» : сб. статей. – Ставрополь : Изд-во СевКав-ГТУ, 2010. – С. 360 – 361.
2. Грязнов, В.П. Практическое руководство по ректификации спирта / В.П. Грязнов. – М. , 1968. – 191 с.
3. Ройтер, И.М. Этиловый спирт / И.М. Ройтер, В.Н. Стабников. – М. , 1976. – 271 с.

*Кафедра «Химическая технология органических веществ»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 616.8

*М.А. Лядов, С.Г. Фарса, Д.А. Дьякова**

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНСУЛЬТА

Особую актуальность приобретает одновременная работа с множеством однотипных объектов, каждый из которых является сложной системой, например биологическими объектами. Особую значимость представляет определение ситуаций, возникающих при нарушении работы одной из подсистем и делающих невозможным функционирование сложной системы в целом, так называемых критических. Опасным для жизни человека является возможность возникновения острого нарушения мозгового кровообращения – инсульта, который можно определить на основе анализа процессов кровообращения в сосудах головного и спинного мозга. Своевременное выявление и прогнозирование критических ситуаций осуществляется с помощью мониторинга – специально организованного, систематического наблюдения за состоянием подсистем каждого объекта с целью их оценки, контроля или прогноза.

Целью работы является разработка экспертной системы прогнозирования инсульта (ЭСПИ), которая позволит врачам сократить время принятия решений и исключить ошибки в оценке возможности возникновения инсульта у наблюдаемых пациентов [1].

Комплексный мониторинг состояния головного мозга человека позволяет осуществлять с высокой степенью достоверности прогнозирование возникновения мозгового инсульта на стадиях, когда возможно эффективное использование профилактических мероприятий. Созданная для этих целей ЭСПИ обеспечивает оперативность и объективность полученной информации. Применение процедурной модели определения возможности возникновения инсульта снижает вероятность врачебных ошибок. База знаний (БЗ) ЭСПИ реализуется на основе разработанных информационной и процедурных моделей.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» С.В. Фролова.

В работе обоснованы нормы входных параметров ЭСПИ, которые определяются упорядоченным множеством Π в виде последовательности 32 кортежей. Первый элемент кортежа определяет название входного параметра, которое соответствует порядку кортежа в множестве Π . Для первого элемента кортежа записывается номер входного параметра, в скобках «...» указывается соответствующее номеру название и метод исследования.

На рисунке 1 построена иерархическая система блоков показателей ЭСПИ на основе декомпозиции булевой функции по методу многоблочной разделительной декомпозиции.

На уровне 3 в соответствии со множеством Π представлены входные параметры ЭСПИ. Сформированы блоки показателей уровня 2 – булевы переменные $p_l (l = \overline{1, 11})$, и уровня 1 – булевы переменные $r_k (k = \overline{1, 3})$, которые показаны в таблице.

На уровне 0 находится блок B , определяющий значение выходного мониторингового показателя b [2].

Для каждого блока показателей с участием эксперта построены таблицы истинности, на основе которых автоматически сгенерированы формулы булевой алгебры (таблица) с использованием разработанного алгоритма в виде совершенной дизъюнктивной нормальной формы.

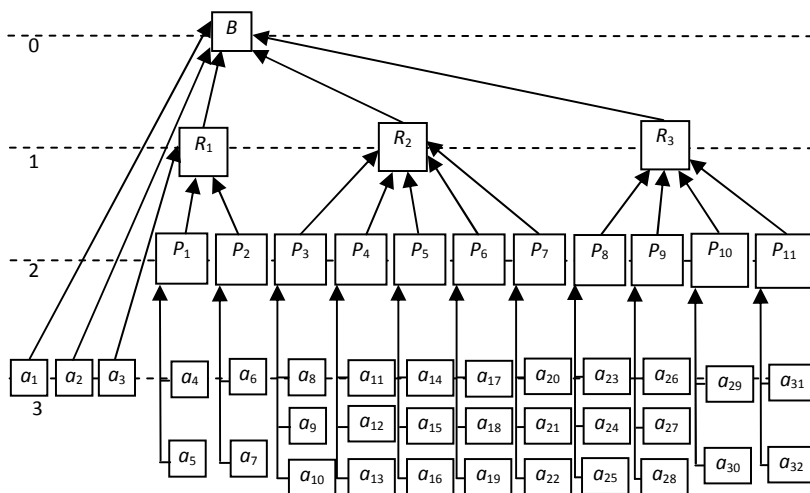


Рис. 1. Блочнo-иерархическая структура БЗ ЭСПИ состояния головного мозга

№	Название блока	Булева функция
8	α -составляющая ЭЭГ	$p_4 = (a_{11} + a_{12} + a_{13}) (\overline{a_{11} + a_{12} + a_{13}}) (a_{11} + \overline{a_{12} + a_{13}}) \times$ $\times (\overline{a_{11} + a_{12} + a_{13}}) (a_{11} + a_{12} + \overline{a_{13}}) (\overline{a_{11} + a_{12} + a_{13}}) \times$ $\times (a_{11} + \overline{a_{12} + a_{13}}) (\overline{a_{11} + a_{12} + a_{13}})$
9	β -составляющая ЭЭГ	$p_5 = (a_{14} + a_{15} + a_{16}) (\overline{a_{14} + a_{15} + a_{16}}) (a_{14} + \overline{a_{15} + a_{16}}) \times$ $\times (\overline{a_{14} + a_{15} + a_{16}}) (a_{14} + a_{15} + \overline{a_{16}}) (\overline{a_{14} + a_{15} + a_{16}}) \times$ $\times (a_{14} + \overline{a_{15} + a_{16}}) (\overline{a_{14} + a_{15} + a_{16}})$
10	θ -составляющая ЭЭГ	$p_6 = (a_{17} + a_{18} + a_{19}) (\overline{a_{17} + a_{18} + a_{19}}) \times$ $\times (a_{17} + \overline{a_{18} + a_{19}}) (\overline{a_{17} + a_{18} + a_{19}})$
11	δ -составляющая ЭЭГ	$p_7 = (a_{20} + a_{21} + a_{22}) (\overline{a_{20} + a_{21} + a_{22}}) \times$ $\times (a_{20} + \overline{a_{21} + a_{22}}) (\overline{a_{20} + a_{21} + a_{22}})$
12	Состояние ле- вой МЧ ВСА	$p_8 = (a_{23} + a_{24} + a_{25}) (\overline{a_{23} + a_{24} + a_{25}}) \times$ $\times (a_{23} + a_{24} + \overline{a_{25}}) (\overline{a_{23} + a_{24} + a_{25}})$
13	Состояние пра- вой МЧ ВСА	$p_9 = (a_{26} + a_{27} + a_{28}) (\overline{a_{26} + a_{27} + a_{28}}) \times$ $\times (a_{26} + a_{27} + \overline{a_{28}}) (\overline{a_{26} + a_{27} + a_{28}})$
14	Состояние БА	$p_{10} = a_{29} + a_{30}$
15	Исследование МРТ	$p_{11} = (a_{31} + a_{32}) (\overline{a_{31} + a_{32}})$

БЗ ЭСПИ формируется врачом-экспертом в соответствии с разработанной процедурной моделью. На основе модели определяется возможность ($b = 1$) или невозможность ($b = 0$) возникновения инсульта у объекта мониторинга (пациента). Для этого используются расчетные формулы, приведенные в таблице, нормы входных параметров в виде множества Π и входные параметры пациента $\{\langle \alpha_n, \beta_n, \gamma_n^{\text{BX}}, \delta_n^{\text{BX}}, \varepsilon_n^{\text{BX}} \rangle\}$, $n = \overline{1, 32}$.

Пациент может иметь не полный набор входных параметров, т.е. $N \neq \emptyset$ и $a_n = -$, при $a_n \in N$. Тогда в зависимости от набора значений других входных параметров $a_n \notin N$, ЭСПИ предложит доопределить

входные параметры $\alpha_n \in N$ или даст заключение по выходному мониторинговому показателю b .

Предложенная ЭСПИ обладает свойствами масштабируемости и расширяемости. ЭСПИ может дополняться новыми подсистемами, которые обеспечивают мониторинг возможности возникновения других опасных для жизни заболеваний. При этом применяется положение блочно-иерархический подход: многократное использование блоков нижнего уровня в других подсистемах ЭСПИ входит в состав разработанной системы корпоративного телемедицинского консультирования. Напряженный ритм работы и территориальная разобщенность затрудняет использование медицинской помощи. Разработана новая система медицинского обслуживания с использованием телемедицинской системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Система мониторинга группы однородных объектов с целью оценки их критических состояний / С.В. Фролов и др. // Международная научно-техническая конференция «Информационные ресурсы и системы в экономике, науке и образовании»: сборник статей. – Пенза, 2011. – С. 68 – 70.

2. База знаний информационной системы мониторинга состояния головного мозга / С.В. Фролов и др. // V Всероссийская научно-техническая конференция «Информационные и управленческие технологии в медицине и экологии»: сборник статей. – Пенза. – 2011. – С. 120 – 123.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 004.75

*М.А. Лядов**

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СКРИНИНГ-ДИАГНОСТИКИ ЗДОРОВЬЯ ШКОЛЬНИКОВ

Здоровье детей – это важнейший вопрос будущего нации, одним из способов оценки которого является проведение массового мониторинга состояния здоровья. Проблема создания системы мониторинга здоровья населения России впервые была поставлена на государствен-

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» С.В. Фролова.

ном уровне в 1993 г. Указом Президента РФ от 23.04.93 № 468 «О неотложных мерах по обеспечению здоровья населения Российской Федерации». Мониторинг состояния может проводиться относительно различных функциональных систем организма и факторов, воздействующих на эти системы.

К настоящему моменту разработано множество информационных систем мониторинга (ИСМ) здоровья детей, различающихся по форме проводимого мониторинга, нозологическим группам и возрастным интервалам. Анализ изученных систем показывает, что большинство из систем мониторинга здоровья детей, производящих интегральную оценку состояния здоровья, предназначены для автоматизации деятельности специалистов лечебно-профилактических учреждений. Подобные системы, как правило, не предназначены для проведения массового обследования в школьных учреждениях.

Для устранения вышеизложенных проблем разработана математическая модель оценки антропометрических показателей, артериального давления, физической подготовленности и заболеваемости. Данная модель реализована в виде распределенной ИСМ, автоматизирующей процесс оценки состояния здоровья школьников региона.

Поскольку процесс измерения и внесения в базу данных (БД) показателей здоровья школьника занимает много времени, предлагается разработка мобильной станции скрининг-диагностики здоровья школьников (рис. 1), автоматизирующей процесс проведения обследования и позволяющей проводить выгрузку в единую БД ИСМ здоровья школьников [1].

В каждой организации, которая участвует в ИСМ здоровья школьников, установлено программное обеспечение для работы с данными ИСМ здоровья школьников, соответствующее роли этой организации в данной системе.

БД ИСМ здоровья школьников условно состоит из двух составляющих: единая БД, располагающаяся на сервере медицинского информационно-аналитического центра, и локальные БД в школьных учреждениях, установленные на персональных компьютерах школьных медсестер [2]. Единая БД содержит все данные по проводимому мониторингу здоровья, а локальные БД содержат информацию, относящуюся только к школьным учреждениям, в которых установлены данные БД, что обеспечивает увеличение доступности данных и надежность системы, более равномерное распределение нагрузки по сети и ускорение доступа к локальным данным.

Программное обеспечение, предоставляющее интерфейс для работы с БД различным пользователям ИСМ, состоит из подсистем: «Школа», «Администратор», «Управление здравоохранения». Школьная медсестра работает с подсистемой «Школа», которая используется на станции скрининг-диагностики.

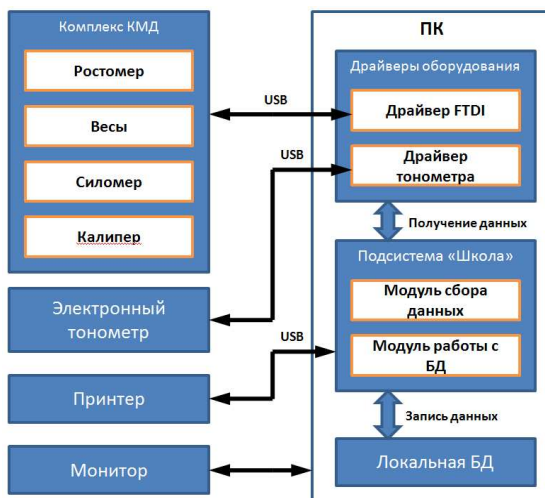


Рис. 1. Структурная схема станции скрининг-диагностики

Данная подсистема для хранения данных использует локальную БД. После проведения осмотра всех школьников подсистема экспортирует данные из БД на flash-память в формате XML, после чего медсестра передает данные на flash-памяти на центральный сервер БД. При наличии новой версии подсистемы «Школа» на сервере проводится ее загрузка на flash-память, с которой затем обновляется подсистема «Школа» и локальная БД в соответствии с полученными данными.

Таким образом, осуществляется асинхронная репликация между локальными и центральной БД. Асинхронная репликация менее чувствительна к низкой пропускной способности каналов связи, допускает использование более дешевых технологий передачи данных и может происходить по расписанию при отсутствии постоянного соединения с главной БД, а поскольку в большинстве кабинетов школьной медсестры Интернет отсутствует, то наиболее целесообразным является использование подобной схемы асинхронной репликации, которая в настоящее время становится все более популярной.

Подсистема «Школа» обеспечивает работу школьной медсестры, а именно управление реестром школьников, осуществление перевода школьников в следующий класс, занесение данных по проведенному классными руководителями анкетированию для выявления жалоб, занесение данных по всем ученикам, касающиеся физической подготовленности, и в автоматическом режиме осуществляет расчет оценки уровня физической подготовленности по пятибалльной шкале. Подсистема «Школа» обеспечивает запись данных проводимого медицинского осмотра детей (рис. 2).

Меню | Настройка | Сообщения

Оформить | Проведенная | Закрыть | Следующий

Отчеты по осмотрам | Отчеты по осмотрам (УЗО) | Медицинский осмотр

Медицинский осмотр

Информация о медицинском осмотре

№ 4000129 | Учебный год 2010/2011 | Конец учебного года

Дата 11.05.2011 | Класс 9-Е | Статус Проведен

Выбор протокола осмотра

Список класса

Информация об ученике

ФИО	Дата рождения	Возраст, лет	Пол	Рост	Вариант роста	Вес	Вариант веса	Сила	Складка	Опр. голоса	Опр. грудной железы на выдохе	Опр. грудной железы на выдохе	САД	ДАД	Тем АД	Тем АД	Пульс	Темпа	Анкет
1. Беве Петр	30.05.1996	15	Мужской	146	Низкий	36,2	Дефицит	16	7										35,6
2. Бельков Елизавета	22.05.1996	15	Женский	155,7	Низке среднем	44	Норма	18	6										35,6
3. Гавриков Сергей	13.02.1997	14	Мужской	173,5	Выше среднем	55,5	Норма	19	9										36,9
4. Голосов Виктор	03.01.1996	15	Мужской	173,0	Средний	48,3	Норма	18	6										35,3
5. Дружин Никита	25.05.1996	15	Мужской	155,2	Низке среднем	44,1	Норма	17	6										35,6
6. Ждан Иван	30.10.1996	15	Мужской	159,1	Низке среднем	44	Норма	17	7										35,6
7. Забавичева Екатерина	27.08.1996	15	Женский	166	Средний	54,1	Норма	21	6										36,5

Статистика по классу

Вариант роста	Всего		Мальчин		Девочек	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Низкий	1	3,6	1	7,1	0	0
Низке среднем	3	10,7	2	14,3	1	7,1
Средний	19	67,9	7	50	12	85,7
Выше среднем	3	10,7	3	21,4	0	0
Высший	2	7,1	1	7,1	1	7,1

Предыдущий ученик: | Следующий ученик: | ФИО Голосов Виктор

Физическое развитие

Рост 162,3 | Вариант роста: Высокий | Складка 6

Вес 74,2 | Вариант веса: Нормальное физическое развитие | Сила 25

Округлость головы | Грудь на выдохе | Грудь на выдохе

Артериальное давление, пульс и температура | Анкетирование

Содержание гемоглобина | Размер мамокеты | Тем АД | ДАД | Пульс | Температура 36,0 | Сумма баллов

Медицинский проведен | Распечатать

Рис. 2. Проведение медицинского осмотра

При этом для каждого ребенка в автоматизированном режиме записываются следующие данные, в том числе с аппаратной части комплекса КМД-03 ТП-2 «Здоровый ребенок» (производство – ОАО «ТВЕС», г. Тамбов): масса тела, длина тела, сила, средняя жировая складка. В автоматическом режиме осуществляется оценка физического развития школьника по разным возрастно-половым нормативам, а именно роста и массы тела, обеспечивается занесение данных, касающихся артериального давления школьников, после чего в автоматическом режиме производится расчет уровня артериального давления с учетом поправки величины систолического артериального давления.

Подсистема «Школа» обеспечивает занесение данных заболеваемости учащихся по количеству случаев и дней пропусков занятий по болезни, а именно занесение данных медицинских справок, которые приносят ученики, в карту школьника: количество пропущенных по болезни дней и заболевание по МКБ-10, а также данные о принадлежности каждого школьника к одной из пяти групп здоровья. В конце учебного года подсистема обеспечивает для различных выборок (школьник, класс, школа, регион) суммирование количества случаев заболеваний и количества пропущенных дней по каждому заболеванию МКБ-10.

В настоящее время с использованием разработанного программного обеспечения проведен анализ показателей 20 000 школьников Тамбовской области, который показал распределение школьников по мониторинговым показателям, соответствующее нормальному закону распределения, что подтверждает корректность построенных моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лядов, М.А. Разработка макета мобильного комплекса диагностики для телемедицинской системы скрининга здоровья детей и молодежи РФ / М.А. Лядов // Новые информационные технологии : тезисы докладов XVIII Международной студенческой конференции-школы-семинара. – М. : МИЭМ, 2010. – С. 310 – 312.

2. Лядов, М.А. Архитектура региональной информационной системы мониторинга здоровья школьников / М.А. Лядов, И.А. Комарова // Биосовместимые материалы и покрытия : сборник материалов Всероссийского конкурса научных работ бакалавров и магистрантов. – Саратов : Издательство СГТУ, 2010. – С. 210 – 211.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 76.13.15

В.Ю. Ошурков*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЗДНО ПРИШЕДШИХ ФОТОНОВ ДЛЯ ДИФфуЗИОННОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Современные оптические методы детектирования неоднородностей (ДОТ) в отдельных случаях могут заменить рентгеновскую компьютерную томографию (КТ) и ядерный магнитный резонанс (ЯМР), а иногда использоваться как дополняющий их метод диагностики. Хотя КТ и ЯМР дают очень хорошее пространственное разрешение, для их применения требуется достаточно громоздкое и дорогостоящее оборудование. Рентгеновское излучение является жестким ионизирующим излучением, опасным для живого организма. Вследствие квантовой природы взаимодействия даже малые его дозы могут вызвать мутации на генетическом уровне и привести к серьезным заболеваниям. При магниторезонансной томографии (МРТ) используются сильные магнитные поля, влияние которых на живой организм до конца не изучено, однако в медицинской практике наложены существенные ограничения на величину магнитной индукции (не более 4 Тл).

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. физ.-мат. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» С.Г. Проскурина.

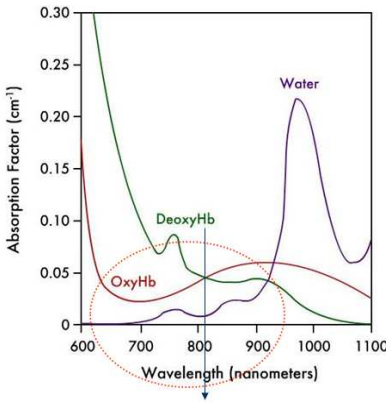


Рис. 1. Инфракрасная спектроскопия и томография

Инфракрасная спектроскопия и томография (рис. 1) основаны на измерении спектров поглощения и рассеяния оптического излучения с длиной волны 700 – 1100 нм. Чаще используется окно 780 – 830 нм в окрестности изобестической точки $l = 805$ нм. В оптических методах применяются безопасные и неинвазивные способы диагностики, дающие информацию об оксигенации или деоксигенации крови и о функциональном состоянии тканей, а аппаратура для их реализации значительно менее громоздкая и более дешевая.

Обычно обращают внимание на начальную часть кривой (область I соответствует рано пришедшим фотонам) или на ее среднюю часть (область II, определяет среднее время пролета фотона), но можно использовать и последнюю часть временной зависимости диффузно прошедшего излучения (область III), соответствующую поздно пришедшим фотонам (рис. 2). Важно отметить, что поздно пришедшие фотоны практически не вносят вклада в вычисление среднего времени пролета диффузно прошедших фотонов.

Экспериментальная установка показана на рис. 3. Импульсное излучение фемтосекундного титан-сапфирового через световод попадает на исследуемый объект. В качестве фантома использовался цилиндр, изготовленный из эпоксидной смолы с добавлением частиц оксида титана.

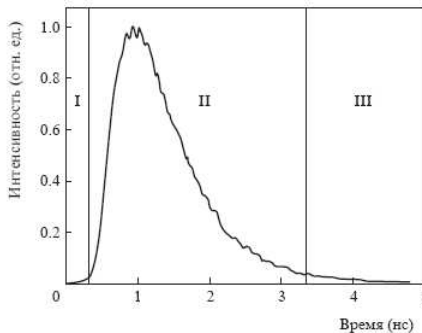


Рис. 2. Типичный вид ВФРТ для рассеивающего фантома с оптическими свойствами, схожими с оптическими свойствами биомедицинского объекта

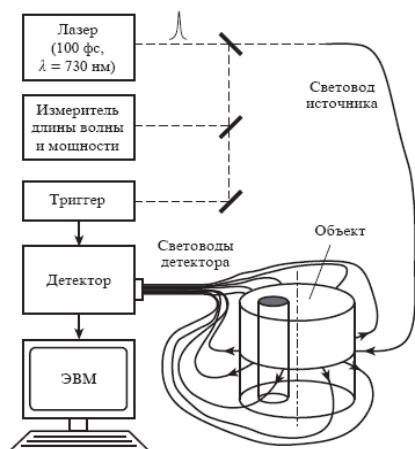


Рис. 3. Экспериментальная установка для диффузионной оптической томографии

Концентрация частиц была подобрана такой, чтобы редуцированный коэффициент рассеяния был таким же, как для биологической ткани. Для моделирования поглощения в материал, из которого был изготовлен цилиндр, добавлялся специальный краситель с известными спектрами поглощения в ИК-диапазоне.

Детектирующие световоды были собраны в один ряд и доставляли сигнал к линейке детектора. Измерения интегральной интенсивности проводились с помощью этого же прибора, но при выключенной временной развертке. Это не позволяло провести измерения за один импульс, так как отношение интенсивностей при $\alpha = 18^\circ$ и 180° было порядка нескольких миллионов, что типично для ДОТ.

Большой динамический диапазон детектируемого сигнала создает существенные трудности для получения абсолютных величин $R\phi(a, t)$ и $\ln [R\phi(a, t)]$. Видимо, поэтому ранее, как правило, измерялся нормированный на максимум сигнал и основное внимание уделялось форме временной функции рассеяния точки (ВФРТ) для линейной и логарифмической шкал интенсивности.

Чтобы получить все кривые диффузно прошедшего излучения $R(a, t)$ в одном масштабе и с учетом абсолютной величины интенсивности, был предложен новый двухэтапный метод измерений. На первом этапе детектировался интегрированный сигнал

$$T(a) = \int_0^{\infty} R(a, t) dt .$$

На втором этапе детектировалась только форма диффузно прошедшего импульса (зависимость интенсивности от времени) без учета абсолютной величины интенсивности.

$$R(a, t) = T(a) \left(\int_0^{\infty} R'(a, t) dt \right)^{-1} R'(a, t).$$

Часть полученных зависимостей показана на рис. 4. Важно отметить, что в неоднородном случае на бесконечности все кривые $\ln[R(a, t)]$ становятся параллельными. Когда сформированный виртуальный изотропный источник движется от поверхности, можно считать, что он находится в центре фантома, т.е. при регистрации поздно пришедших фотонов можно считать, что источник излучения помещен в центр объекта.

Диффузионное приближение в случае движущегося виртуального источника дает возможность решать задачу ДОТ в два этапа: непосредственное детектирование неоднородности и восстановление карты распределения неоднородностей – собственно томография.

Если все кривые поместить на трехмерный рисунок, то в однородном случае получится плоскость, а в неоднородном – плоскости с провалами при углах, поблизости от которых находится неоднородность. Такое трехмерное представление позволит непосредственно, без решения обратной задачи, определить наличие или отсутствие неоднородности в режиме реального времени для большинства несимметричных случаев.

Дальнейшая работа будет сконцентрирована на достижении точного количественного совпадения результатов эксперимента и 3D FEM для более широкого класса фантомов, в том числе для случая, когда неоднородности разных размеров расположены в центре.

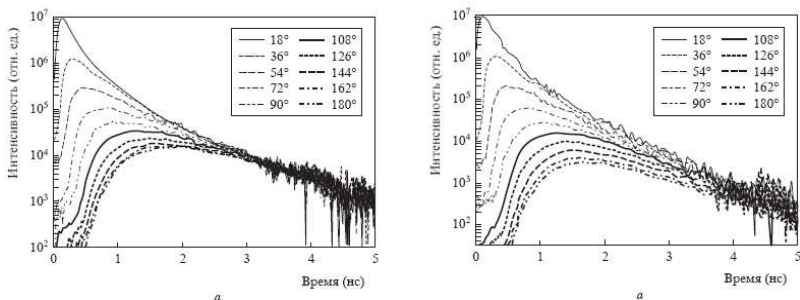


Рис. 4. Экспериментальная интенсивность импульсного ИК-излучения, диффузно прошедшего через однородный фантом и зарегистрированного при разных углах α

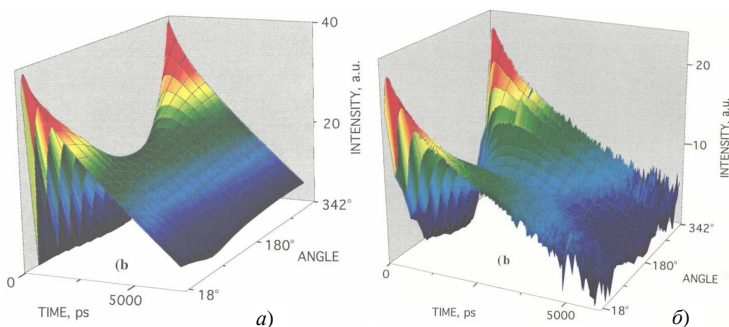


Рис. 5. Трехмерные временные зависимости для неоднородных расчетного (а) и экспериментального (б) случаев

Для таких симметричных фантомов предполагается использовать изменение положения световода источника по отношению к плоскости световодов детекторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Patterson, M.S. Time resolved reflectance and transmittance for the noninvasive measurement of tissue optical properties / M.S. Patterson, B. Chance, V.C. Wilson // *Applied Optics*. – 1989. – 28. – P. 2331 – 2336.
2. Чурсин, Д.А. Оптический томограф со счетом фотонов проекционное восстановление параметров поглощающих «фантомов» в протяженных рассеивающих средах / Д.А. Чурсин, В.В. Шувалов, И.В. Шутов // *Квантовая электроника*. – 1999. – 29. – С. 83 – 88.
3. Proskurin S.G., Tanikawa Y., Kwee I., Yamada Y. *Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng.*, 2925, 2 (1996).

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 504.062(075)

Е.Н. Пересыпкина*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОПТОЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОЖИ

С таким явлением, как кожные болезни, на протяжении жизни встречается каждый второй человек в мире. Заболевания кожи разнообразны и часто сложны в диагностике и лечении. Чем раньше обна-

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.М. Строева.

руживается заболевание, тем больше вероятность излечения. Поэтому стоит актуальная проблема неинвазивного обнаружения и распознавания кожных заболеваний на ранних стадиях их проявления вне стационарных условий наблюдения в автоматическом режиме работы.

Основной общий недостаток существующих методов это то, что обнаружение патоморфологических изменений кожи (ПИК) производится только при условии, что известен участок поражения. Анализ особенностей проникновения световых потоков через кожу, а также моделирование процессов обнаружения ПИК подтвердили гипотезу о возможности использования RGB каналов фотоаппарата для целей *in vivo*. На рисунке 1 представлена блок-схема системы скрининга ПИК.

Данная блок-схема функционирует следующим образом. Вначале микропроцессорная система выработывает команды настройки фотоаппарата. После этого выполняется снимок исследуемой области и по USB порту происходит передача снимка на микропроцессорную систему, где происходит нахождение очага поражения и замена цвета на исходном изображении в пораженных участках. Затем исходное изображение и обработанное изображение с выделенными очагами поражения отправляются в базу изображений и на систему индикации, где производится их сравнение с существующими. Далее высчитываются коэффициенты поглощения для обнаруженного участка кожи, определяется степень поражения кожи. Таким образом в базах данных накапливается вся информация по измерениям.

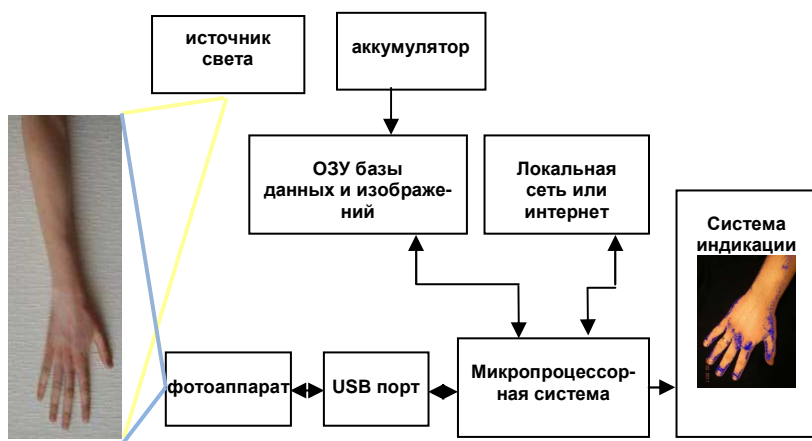


Рис. 1. Блок-схема системы скрининга ПИК

На рисунке 2 представлен упрощенный алгоритм работы системы скрининга ПИК без введения базы данных и базы изображений. Работа программы начинается с ввода изображения. Для удобства работы с изображением и для лучшей точности результата производится подавление фона.

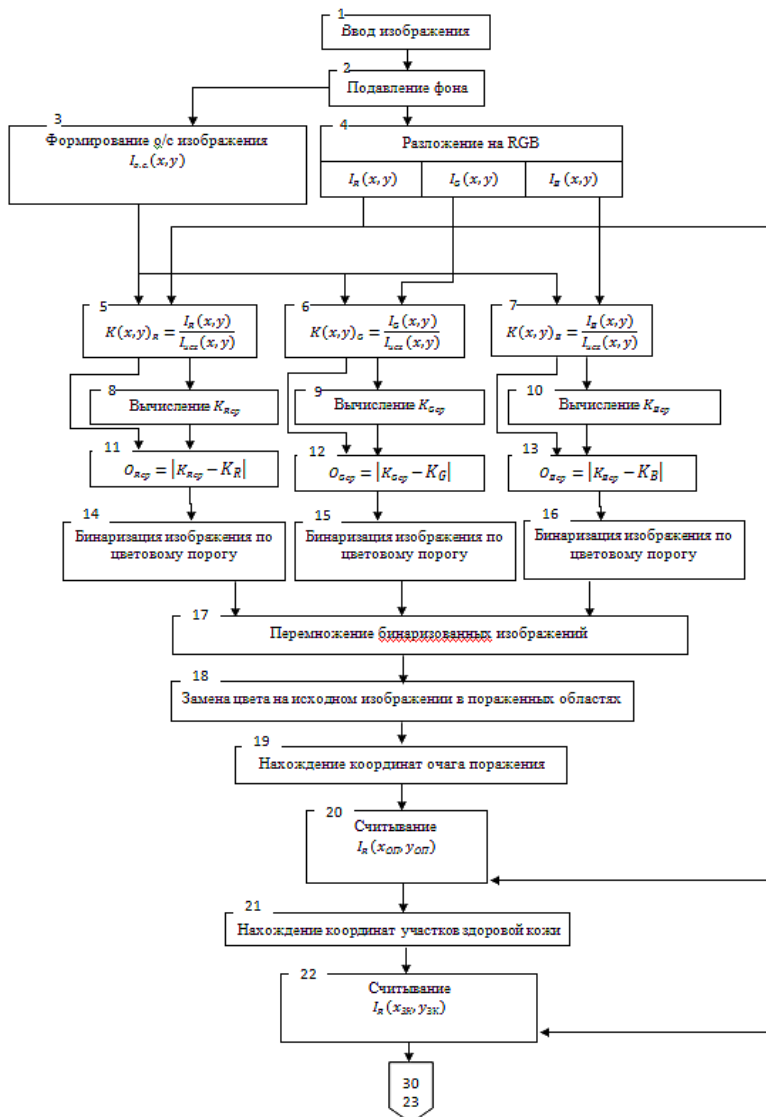


Рис. 2. Алгоритм работы программы автоматического скрининга ПИК

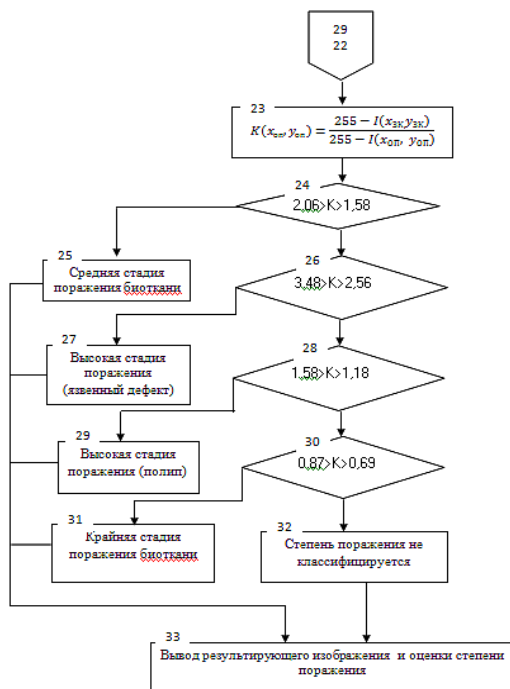


Рис. 2. Продолжение

После чего работа программы разделяется на две параллельные части. В первой идет перевод исходного изображения в оттенки серого $I_{o.c.}(x, y)$. Во второй части исходное изображение раскладывается на RGB составляющие и получается три изображения, обработка которых в дальнейшем ведется раздельно.

На каждом изображении вычисляется яркость $I_R(x, y)$, $I_G(x, y)$, $I_B(x, y)$. Далее две ветки соединяются и вычисляется коэффициент на каждом изображении K_R , K_G , K_B . Из массивов коэффициентов трех изображений вычисляется средний коэффициент для каждого массива K_{Rcp} , K_{Gcp} , K_{Bcp} . В следующем блоке вычисляем разницу среднего коэффициента и коэффициента яркости в каждой точке для каждого изображения.

Далее производится бинаризация изображения по цветовому порогу и последующее перемножение бинаризованных изображений и замена цвета на исходном изображении в пораженных участках. После этого происходит нахождение координат очага поражения и участков здоровой кожи, производится считывание значения отраженного сигнала $I_R(x_{оп}, y_{оп})$, $I_R(x_{зк}, y_{зк})$.

Затем рассчитывается коэффициент поглощения $K = 1 - \frac{I_R(x_{оп}, y_{оп})}{I_R(x_{зк}, y_{зк})}$ и производится анализ результата. Если получен-

ный коэффициент принадлежит интервалу $2,06 > K > 1,58$, то ставим диагноз средняя стадия поражения биоткани. Если же коэффициент входит в интервал $3,48 > K > 2,56$, то ставим диагноз высокая стадия поражения (язвенный дефект). Если коэффициент находится в интервале $1,58 > K > 1,18$, то ставим диагноз высокая стадия поражения (полип). Если коэффициент принадлежит интервалу $0,87 > K > 0,69$, то ставим диагноз крайняя стадия поражения биоткани. Далее происходит вывод результирующего изображения и оценка степени поражения кожи.

Использование предложенной системы скрининга ПИК возможно в домашних условиях, что позволит врачу дистанционно определять эффективность применяемых лекарств и вырабатывать индивидуальные медицинские решения для каждого больного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тучин, В.В. Оптическая биомедицинская диагностика. В 2 т. / под ред. В.В. Тучина. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007.
2. Дацкевич, Н.П. Физические аспекты перспектив клинко-диагностического применения биофотометрии / Н.П. Дацкевич, Ю.В. Алексеев, Ю.Б. Макарова // Актуальные аспекты лазерной медицины. – М. – Калуга, 2002. – С. 389.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 12.04.421.7(07)

Е.В. Стрыгина*

ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕМОДИНАМИКИ ДЛЯ МОНИТОРИРОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Адекватная гемодинамика – это абсолютно необходимое условие нормальной работы внутренних органов. По показателям, характеризующим работу сердца и циркуляцию крови, раньше всего можно судить о состоянии пациента и об эффективности лечебных мероприятий.

Нарушение функции системной гемодинамики ведет к значительному ухудшению качества жизни и укорачивает саму жизнь. Эта проблема касается миллионов амбулаторных и стационарных пациентов во всем мире [1].

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е.А. Леонтьева.

Анализ специфики работы разных врачей показывает, что термины «гемодинамика» и «гемодинамические параметры» имеют не одинаковое значение в различных областях медицины и до сих пор врач бездумно подбирает список измеряемых показателей гемодинамики, не связывая их с состоянием системы кровообращения пациента, что не позволяет улучшить исходы заболеваний.

Производители медицинского оборудования любой аппарат, участвующий в мониторинге пульса или кровяного давления, причисляют к «гемодинамическим мониторам», хотя эти аппараты на самом деле не мониторят гемодинамику, как понимают ее в настоящее время.

Поэтому обоснование выбора показателей гемодинамики для мониторинга сердечно-сосудистой системы является важной задачей.

Набор гемодинамических показателей, включаемых в мониторинг, и собственно мониторы сформировались в результате хронологии их исторического появления.

Слежение за ЭКГ и частотой сердечных сокращений (ЧСС) было первым нововведением. Затем к ним добавился осциллометрический способ измерения систолического, диастолического и среднего артериального давления. После того, как была разработана техника пульсовой оксиметрии и дыхательного биоимпеданса, появление автоматической регистрации сатурации артериальной крови и частоты дыхательных движений завершило список количественных параметров, мониторируемых неинвазивными методами. Позже инвазивные методы измерения давления внутри сосудов и в полостях сердца и инвазивный способ определения минутного объема крови (МОК) последовательно добавились к возможностям мониторов, однако это не стало рутинным исследованием для каждого пациента. Поскольку только адекватный МОК и связанный с ним уровень доставки кислорода коррелируют с выживаемостью, то это проясняет ситуацию с неудовлетворительными исходами, несмотря на проводившийся гемодинамический мониторинг, задачей которого является получение раннего сигнала о появившемся сердечно-сосудистом расстройстве, что позволит назначить упреждающее лечение, которое значительно улучшит кровоснабжение всех органов, ускорит выздоровление и сократит период госпитализации.

Кроме того, в клинической медицине имеются неверные представления о гемодинамике:

- большинство клинических заключений основано только на измерении артериального давления;
- адекватность перфузии определяется не у каждого пациента;
- продолжают поиски единственного универсального показателя, который бы был способен охарактеризовать состояние всей сердечно-сосудистой системы (ССС). Например, преувеличивается значение фракции выброса;

– лекарства для лечения гемодинамических нарушений создаются и описываются как препараты для нормализации только одного показателя (например, противогипертензивные средства).

Вышеперечисленные неправильные представления заставляют специалистов заниматься лечением гемодинамических симптомов вместо того, чтобы диагностировать причины патологической гемодинамики и подбирать соответствующую терапию для конкретного пациента.

Только в этом случае у пациента может быть нормальное артериальное давление (АД) и нормальный гемодинамический статус.

Важным моментом является взаимоотношение АД и кровотока в системной гемодинамике, которая изучает работу левого сердца по транспортировке крови через большой круг кровообращения.

Это определение отражает:

- 1) значение ССС как переносчика крови, т.е. системы транспорта кислорода и питательных веществ;
- 2) гемодинамику как физическую и физиологическую основу выполнения этой задачи.

Поскольку работа, производимая сердцем, представляется специалисту как взаимодействие кровотока и кровяного давления, гемодинамика связана с этой неразрывной парой во всех участках ССС. Вследствие ограниченного объема сосудистого русла и камер сердца кровотоки формируют давление.

Информации о давлении крови недостаточно для принятия клинического решения.

Сердце это пульсовой насос, порционно выбрасывающий кровь в аорту в течение каждого периода изгнания. Сообщение между сердцем и аортой прерывается во время диастолы, так как аортальный клапан закрыт. Таким образом, давление крови в аорте тоже пульсирует.

Наивысший уровень давления соответствует максимально интегрированному объему крови, поступающему в аорту во время систолы.

Поскольку сосуды артериального русла заполнены, систолическое артериальное давление не отражает кровотока.

Давление крови, находящейся в периферийных медленно суживающихся артериях, в течение каждой диастолы снижается только до диастолического уровня, пока следующая фаза изгнания снова не повторит весь процесс.

Уровень систолического артериального давления является функцией объема и вязкости крови, выбрасываемой в аорту, скорости сокращения сердечной мышцы и объема артериального русла.

С другой стороны, уровень диастолического давления представляет собой функцию объема и вязкости крови, выбрасываемой в аорту, и сосудистого сопротивления.

Одновременное изучение давления и кровотока в аорте является предметом изучения сердечно-сосудистой физиологии.

В системной гемодинамике для клиницистов имеют значение средние величины кровотока и артериального давления за время одного сердечного цикла.

Таким образом, в одном сердечном цикле гемодинамически значимым показателем, характеризующим кровоток, будет средний объем крови, выбрасываемый сердцем за одну систолу – ударный объем.

Гемодинамически значимое давление крови – это среднее давление в аорте в течение одного сердечного цикла – среднее артериальное давление.

Наиболее известным и популярным параметром, определяющим кровоток, считается минутный объем крови (МОК) – регулятор транспорта кислорода. На практике у врачей существует двойственное мнение на этот счет. С одной стороны, у амбулаторных пациентов и большинства стационарных больных определению МОК не придается какого-либо значения. С другой стороны, у пациентов высокого анестезиологического риска и находящихся в критическом состоянии, этот показатель имеет большую значимость.

Наиважнейшая функция сердечно-сосудистой системы – транспорт кислорода. Полноценная сердечно-сосудистая система способна обеспечивать адекватный транспорт кислорода ко всем органам при любом состоянии метаболизма. Адекватный МОК соответствует адекватной доставке кислорода, а оптимальное снабжение всех тканей и органов кислородом эквивалентно здоровью сердечно-сосудистой системы.

Показатель доставки кислорода прямо пропорционален МОК, но никак не связан с давлением крови в сосудах, а МОК, как показали исследования, зависит от веса и роста пациента.

Вывод из этого один: МОК может объективно отражать состояние гемодинамики, если его проиндексировать каким-нибудь параметром, связанным с весом человеческого тела. Индексирование МОК площадью поверхности тела (ППТ), хотя и не совсем корректно [2], но стало всемирно признанным клиническим стандартом, поскольку в расчетах учитываются вариации веса тела конкретного субъекта по сравнению с идеальным человеком. Поделив МОК на ППТ, получим индексированный объективный показатель гемодинамики – сердечный индекс (СИ), который и будет наиболее адекватно отображать состояние ССС человека:

$$СИ = МОК/ППТ, \quad (1)$$

где СИ – сердечный индекс, л/мин/м²; МОК – минутный объем крови; ППТ – площадь поверхности тела, м², определяется по формуле Дюбуа:

$$ППТ = B^{0,425} \cdot P^{0,725} \cdot 71,84 \cdot 10^{-4}, \quad (2)$$

где В – вес, кг; Р – рост, см [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов, А.А. Гемодинамика для клинициста / А.А. Антонов. – М., 2004. – С. 7.
2. Milnor, W.R. Hemodynamics / W.R. Milnor // Williams & Wilkins. – 1982. – 136. – 155.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 681.3

*О.О. Голубятников**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДАТЧИКА ВЫЯВЛЕНИЯ «КРИТИЧЕСКОГО» СОСТОЯНИЯ АЛЬФА-РИТМА

В России ежегодно происходит около 200 тыс. ДТП, в которых погибает около 27 тыс. человек и получают ранения более 250 тыс. По причине усталости водителя, когда водитель засыпает за рулем, происходит каждое второе ДТП, случившееся в ночное время суток. Это примерно 15 % от общего числа ДТП [1].

Ученые рекомендуют водителям, почувствовавшим накопленную усталость в дороге, заняться физическими упражнениями, выпить крепкий чай или кофе [2].

Ученые из Японии проводят разработку кресла, которое будет осуществлять контроль за состоянием водителя во время движения [2].

В США компания NeuroSky разработала систему, представляющую собой подголовник кресла, в который вмонтированы датчики, улавливающие сонные электрические импульсы мозга водителя.

Однако установка этой системы на любой автомобиль невозможна, так как данная система не является автономной. Автомобиль должен либо изначально комплектоваться таким подголовником, либо иметь современный инжекторный двигатель, но в таком случае установка данной системы требует немалых денежных затрат.

На сегодняшний день не существует универсального средства борьбы с накопившейся усталостью.

В то же время пограничное состояние, когда человек «проваливается в сон» и называется «критическим», можно вполне четко и однозначно определить. Сделать это можно с помощью электроэнцефалографа, регистрирующего изменение амплитуды альфа-ритма. Альфа-ритм регистрируется в затылочной доле мозга человека, имеет полосу частот от 8 до 13 Гц, средняя амплитуда 30...70 мкВ (рис. 1).

* Работа выполнена под руководством д-ра мед. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.В. Горбунова.

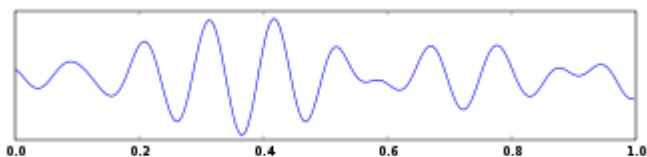


Рис. 1. Альфа-ритм головного мозга человека

Наибольшую амплитуду α -ритм имеет в состоянии спокойного бодрствования, особенно при закрытых глазах в затемненном помещении. Блокируется или ослабляется при повышении внимания (в особенности зрительного) или мыслительной активности. [2].

При накоплении усталости внимание водителя рассеивается, его состояние становится «критическим», оно хорошо отражается на электроэнцефалограмме альфа-ритма. В «критическом» состоянии амплитуда альфа-ритма резко возрастает в течение 80...125 мс [2].

Цель исследования: проектирование прибора, позволяющего выявлять «критическое состояние» альфа-ритма.

Спроектируем прибор, выявляющий «критическое состояние» альфа-ритма, который при регистрации «критического» состояния будет выдавать громкий звуковой сигнал, отвлекающий внимание водителя и мешающий ему заснуть.

Наш прибор должен быть компактным и не занимать много места.

Как более вероятный вариант – установка прибора на панели транспортного средства, в частности автомобиля. Взаимодействие прибора с водителем будет осуществляться через наушник, в который вмонтирован активный электрод.

Перечислим необходимые характеристики, необходимые для выявления «критического состояния» альфа-ритма и проектирования прибора:

- полоса частот 8 – 13 Гц;
- амплитуда 50 мкВ и более;
- время 80 – 125 мкВ.

Наш прибор будет состоять из следующих компонентов:

- активный электрод;
- полосовой фильтр;
- в качестве АЦП выберем 14-битный АЦП Модуль LTR11 с диапазонами входных сигналов ± 10 В, $\pm 2,5$ В, $\pm 0,6$ В, $\pm 0,15$ В;
- микропроцессор 16-разрядный Blackfin Analog Devices;
- ЖК дисплей;
- звуковой динамик;
- светодиодные индикаторы;
- наушник;

- изолированный корпус;
- блок питания;
- аккумулятор.

Структурная схема прибора изображена на рис. 2.

Наушник, в который вмонтирован a (активный электрод) крепится на ухе. После включения прибора сигнал от электрода поступает на полосовой фильтр частот (ПФ), который настроен на полосу пропускания 8...13 Гц (согласно сказанному выше). Таким образом, сигнал отфильтровывается до пороговых значений альфа-ритма. Далее электрический сигнал поступает на аналоговый вход a_0 АЦП, где происходит обработка сигнала.

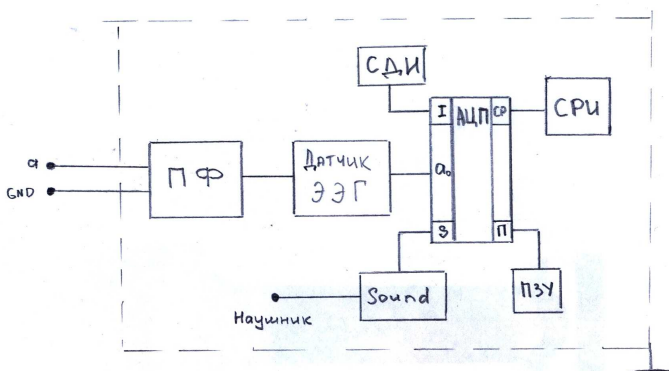


Рис. 2. Структурная схема прибора

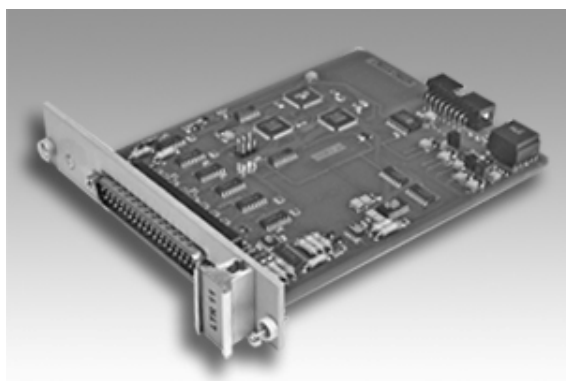


Рис. 3. Модуль LTR11

Для обработки сигнала в ПЗУ АЦП записан код программы, выявляющий «критическое состояние» альфа-ритма.

При включенном приборе обработка сигнала происходит непрерывно, данные с электрода на АЦП поступают постоянно, тем самым ведется мониторинг за состоянием альфа-ритма человека. Если в процессе мониторинга прибор выявляет «критическое состояние» альфа-ритма, на динамик поступает звуковой сигнал.

Моделирование прибора реализовано в программной среде LabView.

Таким образом, предложенная нами система, выявляющая «критическое состояние» альфа-ритма, позволит исключить случаи ДТП по причине усталости водителя, а также поддержит череду научных исследований в области повышения безопасности транспортных средств, таковыми являются, например, установка радаров, предотвращающих столкновение автомобилей, и маячков, предотвращающих заносы автомобилей при управлении ими в сложных погодных условиях, при потере сознания или координации водителем (сердечных приступах, инсультах и т.п.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интернет-сайт <http://www.gibdd.ru/section/stat/>.
2. Роттенберг, В.С. Адаптивная функция сна, причины и проявления ее нарушения / В.С. Роттенберг. – М. : Наука, 1982.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 504.062(075)

*А.М. Черникова, О.В. Чичканова**

ТЕПЛОВИЗИОННАЯ ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

Анализ существующих методов оценки состояния щитовидной железы и периферических кровеносных сосудов показал, что наиболее функциональной является тепловизионная диагностика.

Инфракрасная термография основана на регистрации естественного теплового излучения живого организма. Инфракрасное излучение человеческого тела зависит от состояния циркуляторных и обменных процессов в тканях. Именно эти два явления определяют интенсивность инфракрасной радиации.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.М. Строева.

Известно, что щитовидная железа по кровоснабжению занимает первое место в организме. Особенностью артериальной системы железы является расположение сосудов на ее поверхности, вены проходят на передней и боковой поверхности органа и не имеют клапанов.

Конечности по сравнению с другими областями человеческого тела являются совершенными областями терморегуляции. Это объясняется тем, что у ложа пальцев рук находится большое количество артериовенозных анастомозов. Они расположены непосредственно перед капиллярной сетью и играют большую роль в регуляции местной температуры, общего и тканевого обмена.

Слабое развитие жировой клетчатки шеи, верхних конечностей, расположение сети важнейших сосудов, обеспечивающих циркуляцию этих областей, позволяют выявить даже незначительные патологические изменения, прежде всего, в связи с взаимной связанностью симпатической иннервации щитовидной железы и рук: от среднего и нижнего шейных симпатических узлов отходят соединительные ветви нервных корешков плечевого сплетения и несущие в его составе сосудистые нервы руки. Поэтому одновременное дистанционное исследование кожной температуры в области передней поверхности шеи (щитовидная железа) и верхних конечностей является одним из надежных способов диагностики изменений их кровообращения, тем более связанных одной симпатической цепочкой.

Анализ литературы позволил выделить основные факторы, влияющие на температуру дистальных фаланг конечностей, а также выявить взаимосвязь температуры дистальных фаланг конечностей и состояния организма (рис. 1).

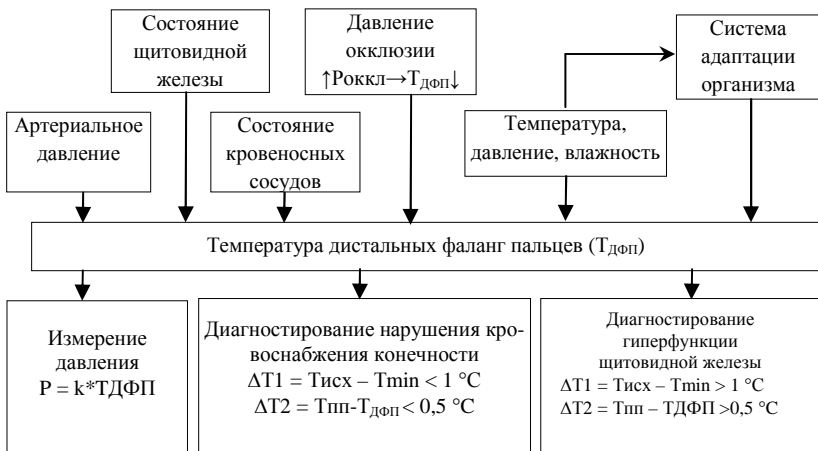


Рис. 1. Температурная модель состояния организма человека

Основными факторами, влияющими на температуру дистальных фаланг пальцев, являются состояние щитовидной железы, систолическое и диастолическое давление человека, состояние периферических кровеносных сосудов и параметры окружающей среды. Исходя из этого, были определены требования к условиям проведения исследований, обеспечивающие исключение влияния систолического и диастолического давления человека и параметров окружающей среды.

Для реализации процедуры диагностики потребуются тонометр и ИК-термометр.

На рисунке 2 представлена блок-схема диагностической системы.

МПС выполняет роль управляющей измерительно-информационной системы. Результаты диагностики выводятся на систему индикации. Особенностью данной схемы является использование Web-камеры с микропроцессорным управлением для контроля над действиями пациента и выдачи ему голосовых целевых и корректирующих указаний с синхронным видеосопровождением, например, «установить термометр в области предплечья», «сместить термометр чуть выше».

При проведении обследования используются следующие типовые алгоритмы (рис. 3).

Исследование проводится следующим образом. Проводят термографическое исследование щитовидной железы и рук в затемненном помещении при температуре 20 – 22 °С с предварительной адаптацией исследуемого человека в течение 15 – 20 мин. Затем с помощью тепловизора непрерывно одновременно на нескольких пальцах измеряют среднюю температуру в области дистальных фаланг пальцев кисти в предокклюзионный, окклюзионный и постокклюзионный периоды. Далее строится зависимость средней температуры этих областей от времени теста. Если за время постокклюзионного периода температура каждого из пальцев не достигает среднего уровня температуры предокклюзионного периода, то судят о нарушении эндотелий зависимой регуляции местного кровотока.

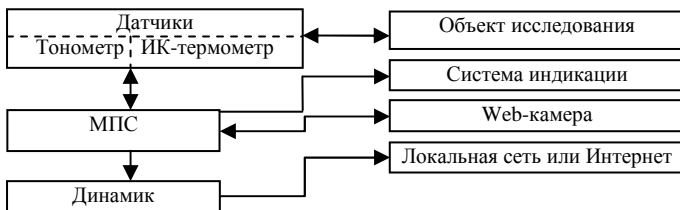


Рис. 2. Блок-схема аппаратной части диагностической системы

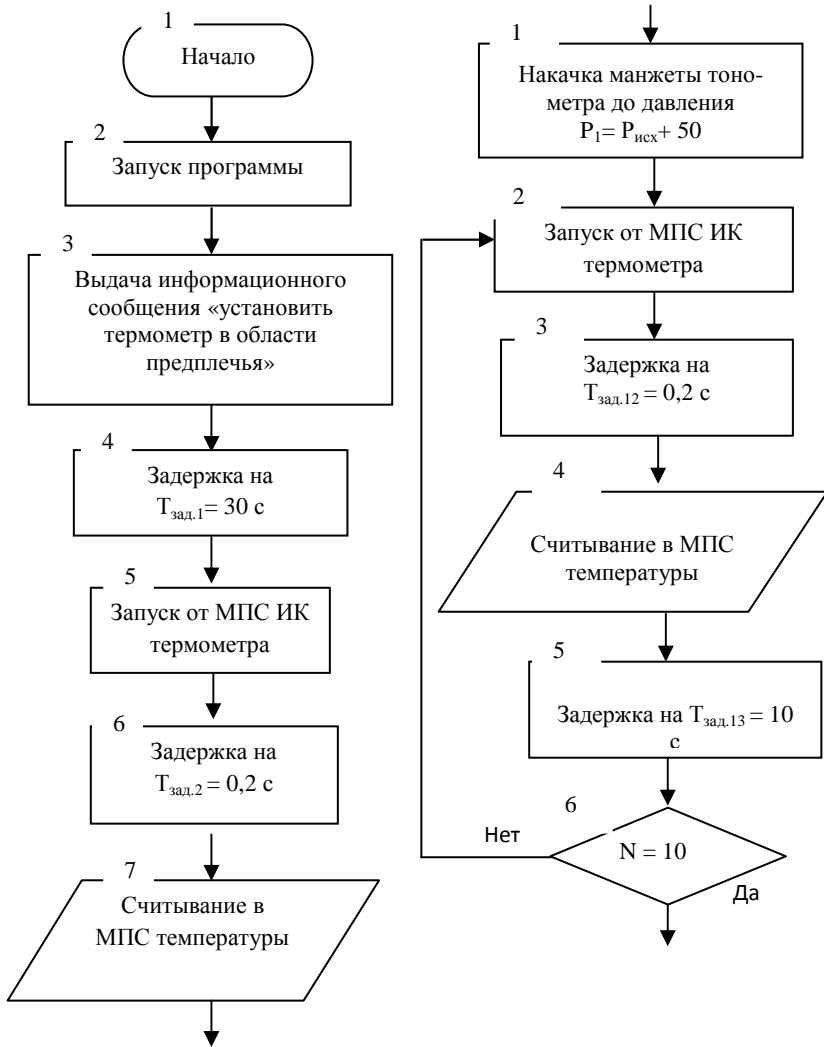


Рис. 3. Типовые алгоритмы проведения обследования

Если в период окклюзии температура не опускалась больше чем на 1 °С ниже средней температуры предокклюзионного периода, то судят о нарушении кровоснабжения конечности.

При наличии гипертермии над областью щитовидной железы и гипотермии кожи пальцев рук диагностируют гиперфункцию щитовидной железы.

Перед применением необходимо провести совместное обучение системы и пациента. По результатам обучения формируется база данных и определяется начальная скорость системы, которая в дальнейшем адаптируется к пациенту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 94018752 Российская Федерация, МПК⁶ А 61 В 10/00. Способ диагностики гиперфункции щитовидной железы [Текст] / Попов В.А., Шацова Е.Н., Романова Т.Б., Попова Н.С. ; заявитель и патентообладатель Архангельский государственный медицинский институт. – № 94018752/14 ; заявл. 23.05.1994 ; опубл. 10.03.1998.

2. Пат. 2405416 Российская Федерация, МПК⁷ А 61 В 5/02. Способ диагностики функционального состояния периферических сосудов [Текст] / Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Протопопов А.А., Сагайдачный А.А.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского». – № 2009117567/14 ; заявл. 12.05.2009 ; опубл. 10.12.2010.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 504.062(075)

А.И. Истомина, Е.Н. Пересыпкина*

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛИТА

В настоящее время практически нет систем для обнаружения образования целлюлита на ранних стадиях. Известно о применении теплого сканирования, или термографии для обнаружении целлюлита на стадиях выше третьей.

Согласно исследовательским агентствам, более 85 % женщин всех возрастов, во всем мире испытывают проблему «Целлюлит». Целлюлит – это излишнее накопление жира в глубоких слоях кожи, соединяющих ее с мышцами.

В подкожном жировом слое находятся скопления жировых клеток [2], которые окружены соединительно-тканными волокнами [1], тяжами, которые одним своим концом крепятся к мышцам, а другим к коже. Когда жировые клетки увеличиваются в объеме, соединительно-тканевые волокна растягиваются, но до определенного предела, потом они просто компенсаторно начинают уплотняться, пытаясь предотвратить дальнейшее растягивание.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.М. Строева.

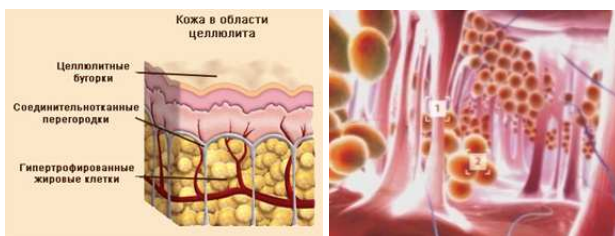


Рис. 1. Образование целлюлита

Поскольку соединительные перегородки распложены под углом к коже, они подтягивают кожу внутрь, создавая неровность ее поверхности. Таким образом, образование целлюлита проявляется в неровности кожного покрова и плотности жировой ткани.

Для обнаружения целлюлита необходимо увеличить степень проникновения света в подкожный покров. Для решения этой задачи выберем длину волны источника подсветки и применим систему с кросс-поляризацией. При изучении свойств поляризованного света выяснилось, что он создает гораздо меньше вредного хаотичного отраженного света – «светового тумана» и способствует получению изображений высокой ясности.

На рисунке 2 показана глубина прохождения света через кожу человека.

Из рисунка 2 видно, что наибольшей глубиной проникновения обладает свет на длинах волн 0,4...1,0 мкм, т.е. для данного исследования необходим красный диапазон длин волн.

В таблице 1 приведены оптические характеристики жировой ткани и кожи для выбранного диапазона длин волн.

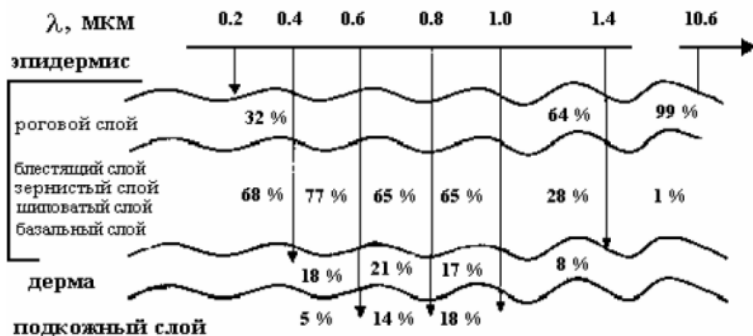


Рис. 2. Глубина прохождения света в зависимости от длины волны

1. Значение оптических параметров биологических тканей

Биологическая ткань	λ , нм	μ_a , см ⁻¹	μ_s , см ⁻¹
Жировая ткань	633	0,90	19,4
	700	0,70	13
Кожа	633	0,62	32
	700	0,38	28,7

Из таблицы 1 следует, что наиболее эффективно система обнаружения целлюлита будет функционировать на длине волны 700 нм. На этой длине волны коэффициенты поглощения μ_a и рассеивания μ_s меньше чем на длине 633 нм.

Светодиод подсвечивает участок поверхности подкожного образования $F(x, y)$. Изображение подсвечиваемого участка кожи воспринимается матрицей ФПЗС, причем каждый элемент матрицы воспринимает изображение определенного элемента кожи. Освещенность подсвечиваемого участка кожи площадью A определяется выражением [1]:

$$E = \frac{\Phi_0}{A} \cos(\hat{NR}_0), \quad (1)$$

где Φ_0 – световой поток, излучаемый светодиодами на элемент участка кожи; R – расстояние от точки визирования до фотоприемника (под знаком \cos стоит угол между нормалью к касательной участка поверхности N и направлением визирования).

При прохождении лучей светодиода сквозь кожу освещенность поверхности на основании закона Бугера в приближении однократного рассеяния [2] снижается на коэффициент пропускания $\ell^{-\tau(x,y,\lambda)}$. Следовательно, с учетом мешающего воздействия бликов, ореолов и других факторов, освещенность имеет вид:

$$E'(x, y, \lambda) = E \ell^{-\tau(x,y,\lambda)} = \frac{\Phi_0}{A} \cos(\hat{NR}) \ell^{-\tau(x,y,\lambda)}, \quad (2)$$

где $\tau(x, y, \lambda)$ – спектральный коэффициент ослабления (рассеяния и поглощения).

Неровности подсвечиваемой поверхности кожи больше длины волны излучения светодиода, поэтому такая поверхность подчиняется законам Ламберта, для которой, как известно [1], яркость излучения не зависит от угла наблюдения и равна:

$$B(x, y, \lambda) = \frac{E'(x, y, \lambda) \rho(x, y)}{\pi} = \rho(x, y) \frac{\Phi_0 \cos(\hat{NR})}{\pi} \ell^{-\tau(x,y,\lambda)},$$

где $\rho(x, y)$ – локальное значение коэффициента отражения поверхности в точке визирования.

Сила света, переотраженного элементом поверхности в направлении апертуры фотоприемника, описывается следующим выражением:

$$I(x, y, \lambda) = B(x, y, \lambda) \ell^{-\tau(x, y, \lambda)} A = \rho(x, y) \frac{\Phi_0 \cos(\hat{NR})}{\pi} \ell^{-2\tau(x, y, \lambda)}. \quad (3)$$

Тогда через объектив с диаметром D на фоточувствительную ячейку ФПЗС пройдет световой поток:

$$\Phi_A(x, y, \lambda) = C(x, y) \frac{\Phi_0 D^2}{4R^2} \ell^{-2\tau(x, y, \lambda)}, \quad (4)$$

где $C(x, y) = \rho(x, y) \cos(\hat{NR})$ – безразмерный коэффициент, характеризующий отражательную способность и рельеф участка подкожного образования.

Выражение (4) определяет световой поток, отраженный от кожи и падающий на фоточувствительный элемент матрицы ФПЗС. Аналогичное отражение происходит от слоя «светового тумана». Поэтому в направлении фотоприемника будет также наблюдаться поток излучения:

$$\Phi'_A(x, y, \lambda) = \frac{\Phi_0 D^2}{4R^2 \beta} (1 - \ell^{-\tau(x, y, \lambda)}), \quad (5)$$

где β – коэффициент влияния кросс-поляризации.

Таким образом, суммарный световой поток $\Phi_S(x, y, \lambda)$ имеет следующий вид:

$$\Phi_S(x, y, \lambda) = \Phi_A(x, y, \lambda) + \Phi'_A(x, y, \lambda). \quad (6)$$

Для определения заряда $q_i(x, y, \lambda)$, накопленного в i -й ячейке ФПЗС, воспользуемся следующим выражением [2]:

$$q_i(x, y, \lambda) = Q \Phi_S(x, y, \lambda) t_n, \quad (7)$$

где Q – чувствительность ячейки, зависящая в основном от коэффициента пропускания многослойного покрытия, квантового выхода, внутреннего фотоэффекта и коэффициента поглощения полупроводниковой подложки; t_n – время накопления.

Тогда с учетом (4) – (6) выражение (7) запишем в виде:

$$q_i(x, y, \lambda) = \frac{Q t_n \Phi_0 D^2}{4R^2} \left[C(x, y) \ell^{-2\tau(x, y, \lambda)} + \frac{1 - \ell^{-\tau(x, y, \lambda)}}{\beta} \right] \equiv kC(x, y). \quad (8)$$

Таким образом, зарядовый профиль, сформированный в ФПЗС, будет повторять профиль изменения плотности жировой ткани. Следовательно, такая система может быть использована для обнаружений ранних стадий целлюлита.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яворский, Б.М. Справочник по физике / Б.М. Яворский, А.А. Детлаф. – М. : Наука, 1977. – 942 с.
2. Пахомов, А.Н. ПЗС-датчики изображений как нейроподобные среды / А.Н. Пахомов // Радиотехника (журнал в журнале). – 1999. – № 3. – С. 51 – 53.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 681.586.5

О.Н. Кобозева, А.В. Полякова, И.А. Кузнецов*

ВОССТАНОВЛЕНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧЕННОЙ АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ СВЯЗИ В СЛОЖНЫХ МЕТЕОУСЛОВИЯХ

В настоящее время телемедицинские консультации осуществляются путем передачи медицинской информации по телекоммуникационным каналам связи. Эти консультации становятся все более требовательными к техническому оснащению, их проводят с использованием широкополосных каналов связи и видеоаппаратуры. На сегодняшнем этапе стандартные средства Интернет уже не обеспечивают необходимую пропускную способность канала связи. В последние годы в России и за рубежом все более интенсивными темпами развивается новый вид беспроводной связи – атмосферная оптическая связь.

Преимущества атмосферной оптической (лазерной) линии связи очевидны: это экономичность (так как не требуется рыть траншеи для укладки кабеля); возможность передачи информации со сверхвысокой плотностью потока и сверхузкой диаграммой направленности излучения, высокая скорость передачи информации; высокая устойчивость к помехам как радиодиапазона, так и оптического диапазона; высокий уровень конфиденциальности передачи информации, невозможность несанкционированного доступа в канал передачи; высокая пропускная способность и качество цифровой связи; быстрое развертывание и изменение конфигурации сети; легкое преодоление препятствий – железных дорог, рек, гор и т.д.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.Ю. Куликова.

Однако для успешного применения лазерных линий связи и передачи информации лазерным лучом необходимо учитывать зависимость пропускания оптического излучения от состояния воздушной среды. Из-за наличия на трассе распространения лазерного излучения дымки, тумана или облачности передача данных происходит с искажением. В таких случаях получить истинную информацию, не используя специальных приемов обработки изображений, практически невозможно.

Световой лазерный поток, проходящий сквозь дымку или туман, ослабевает за счет поглощения и рассеяния. Потеря энергии световым лучом с длиной волны λ вследствие поглощения при прохождении толщи тумана z составляет $I_z(\lambda) = I_0 e^{-\chi(\lambda)z}$, где I_0 – энергия светового луча, входящего в атмосферную неоднородность; I_z – энергия луча на глубине z ; χ – показатель поглощения.

Кроме поглощения световые лучи в толще неоднородности испытывают рассеяние, в результате чего энергия света с глубиной ослабляется. Рассеяние света связано с прохождением света через неоднородную среду. Неоднородностями являются молекулы воды и взвешенные частицы, вызывающие оптическую неоднородность мутной воды. Характер рассеяния света зависит от размеров рассеивающих частиц. Поэтому рассматривают отдельно рассеяние света частицами, имеющими размеры меньше длины волны падающего света – молекулярное рассеяние, и рассеяние света крупными частицами, соизмеримыми с длиной волны падающего света.

Ослабление светового потока за счет рассеяния при прохождении толщи воды z определяется формулой $I_z(\lambda) = I_0 e^{-k(\lambda)z}$, где I_0 – энергия светового луча, входящего в воду; I_z – энергия луча на глубине z ; k – показатель рассеяния, определяемый как $k(\lambda) = \frac{a}{\lambda^4}$, где a – модуль рассеяния.

В результате совместного эффекта поглощения и рассеяния света с глубиной происходит ослабление светового потока и изменение его спектрального состава.

В природе процессы поглощения и рассеяния света действуют одновременно. Поэтому при проникновении света в глубину воды его ослабление будет происходить за счет обоих процессов.

При прохождении лазерных лучей сквозь дымку или туман освещенность приемника на основании закона Бугера снижается на коэффициент пропускания атмосферы $e^{-\tau(\lambda)}$, где $\tau(\lambda)$ – оптическая толщина атмосферного образования для лазерного излучения на длине волны λ . Причем экспериментально установлено, что для случаев применения лазеров закон Бугера выполняется до значения оптической толщи $\tau \cong 28 \text{ км}^{-1}$. При рассмотрении процесса накопления заряда фотопри-

емником, в качестве которого используется ячейка матрицы ФПЗС, приемной системы лазерной системы связи можно показать, что количество заряда $q_i(\lambda)$, накопленного в i -й ячейке ФПЗС, при априорно известных данных о дальности до фронта атмосферного образования R_m будет иметь вид [1]:

$$q_i(\lambda) = \frac{Qt_n\Phi_0 D^2}{4} \left[\frac{C\ell^{-2\tau(\lambda)}}{R_0^2} + \frac{1 - \ell^{-\tau(\lambda)}}{R_m^2} \right], \quad (1)$$

где Q – чувствительность ячейки ФПЗС; t_n – время накопления заряда; Φ_0 – световой поток, излучаемый квантовым генератором передатчика; R_0 – расстояние между точками связи; D – диаметр объектива приемника; C – коэффициент, определяющий соответствие уровней принятого и переданного сигналов.

Для решения задачи получения истинной информации, необходимо в выражении (1) определить коэффициент C относительно потока $\Phi_0(\lambda)$. Однако в этом выражении присутствуют две неизвестные величины C и $\tau(\lambda)$. Поэтому составляем систему из двух уравнений:

$$\begin{cases} q_i(\lambda_1) = \frac{Qt_n\Phi_0 D^2}{4} \left[\frac{C\ell^{-2\tau(\lambda_1)}}{R_0^2} + \frac{1 - \ell^{-\tau(\lambda_1)}}{R_m^2} \right]; \\ q_i(\lambda_2) = \frac{Qt_n\Phi_0 D^2}{4} \left[\frac{C\ell^{-2\tau(\lambda_2)}}{R_0^2} + \frac{1 - \ell^{-\tau(\lambda_2)}}{R_m^2} \right]. \end{cases} \quad (2)$$

Чтобы решить полученную систему, воспользуемся свойством спектральной прозрачности атмосферы в приближении однократного рассеяния, т.е. с изменением длины волны на трассе зондирования изменяется оптическая толщина атмосферы $\tau(\lambda)$. При этом существует следующая эмпирическая зависимость:

$$\tau(\lambda) = \frac{3,91}{\gamma} \left(\frac{\lambda}{0,55} \right)^{-0,585\gamma^{1/3}},$$

где γ – метеорологическая дальность видимости, км.

Используя систему перестройки частоты излучения лазера передатчика, подбираем длины волн так, чтобы выполнялось условие [2]:

$$\frac{\tau(\lambda_1)}{\tau(\lambda_2)} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 2. \quad (3)$$

В результате решения системы уравнений (2) с учетом выражения (3) получим, что

$$C = \frac{R_m^2}{2R_0^2} \left[\frac{(1-2d_1)^2}{X^2 + 4d_1^2 - 2d_1X} \right],$$

$$\text{где } X = \left[\frac{108d_2}{R_m^4} - 8d_1^3 + \frac{12d_2}{R_m^2} \sqrt{\frac{27d_2}{R_m^4} - 4d_1^3} \right]^{1/3}, \quad d_1 = \frac{4\Phi_S(\lambda_1)}{\Phi_0 D^2} - \frac{1}{R_m^2};$$

$$d_2 = \frac{4\Phi_S(\lambda_2)}{\Phi_0 D^2} - \frac{1}{R_m^2}.$$

С помощью вычисленного коэффициента восстанавливается истинная неискаженная медицинская информация, передаваемая средствами телемедицины.

Для практической реализации предложенного многочастотного метода восстановления информации, искаженной атмосферными образованиями, необходимы два оптических квантовых генератора с непрерывной перестройкой частоты генерируемого излучения и два приемника на основе ФПЗС. Принятый сигнал в виде светового потока распределяется на полосовые фильтры, настроенные на частоты лазеров, и на определитель дальности R_0 и R_m . Далее по приведенному выше алгоритму производится обработка сигнала. Перестройка частот лазера производится таким образом, чтобы при известной метеорологической дальности видимости отношения оптических толщ были равны 2. Другие значения отношения, не равные 2, приводят к значительному и неоправданному усложнению решения задачи либо не имеют решения вообще.

Таким образом, предложены двухчастотный способ восстановления информации, искаженной атмосферными образованиями со значением оптической толщи не более 28 км^{-1} в виде естественной или искусственной дымки либо тумана, а также алгоритм восстановления изображения, сформированного лазерной телемедицинской системой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов, А.Ю. Моделирование восстановления изображений, искаженных атмосферными образованиями / А.Ю. Куликов, В.М. Строев // Радиосистемы. – 2005. – Вып. 86. – С. 34 – 41.

2. Куликов, А.Ю. Восстановление изображений, полученных активной телевизионной системой при работе в сложных метеоусловиях / А.Ю. Куликов, В.М. Строев // Радиосистемы. – 2003. – Вып. 70. – С. 45 – 48.

*А.Ю. Потлов, К.И.С. Галев**

УВЕЛИЧЕНИЕ ГЛУБИНЫ ЗОНДИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ В ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ

Оптическая когерентная томография (ОКТ) использует принципы сканирующей низкокогерентной интерферометрии. Низкая когерентность непрерывного источника излучения СЛД (суперлюминесцентного диода) обеспечивается широкой спектральной полосой $\Delta\lambda$, что дает высокое пространственное разрешение в зондирующем плече:

$$\Delta z = \frac{2\ln(2)}{\pi} \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda} \approx 0,44 \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda} .$$

Локализация продольной компоненты измерительного объема при использовании СЛД ($\lambda = 800 \dots 1500$ нм, $\Delta\lambda = 20 \dots 100$ нм) достигает $\Delta z \sim 5 \dots 15$ микрон [1, 2]. Такой короткий когерентный пакет соответствует $15 \dots 50$ фс импульсного лазера. В приложении к биологическим объектам методы ОКТ дают возможность визуализации сильно рассеивающих тканей с указанным разрешением на глубину $1 - 2$ мм. ОКТ-методики, как правило, основаны на применении схемы сканирующего интерферометра Майкельсона, выполненного на базе одномодовых световодов [1, 2].

В экспериментальной установке (рис. 1) излучение СЛД ($\lambda = 1298$ нм, $\Delta\lambda = 52$ нм) поступает в разветвитель световодов 50×50 %, FS1, и далее на второй разветвитель световодов 50×50 %, FS2.

Из последнего половина излучения поступает в опорное плечо интерферометра, другая половина поступает в плечо образца и фокусируется на образце при помощи системы линз. Отраженное от обеих плеч интерферометра излучение смешивается на балансных квадратных фотоприемниках D1 и D2. После балансной схемы электрический сигнал поступает на полосовой фильтр, после него на спектроанализатор и на аналого-цифровой преобразователь (АЦП). После АЦП цифровой сигнал записывается и обрабатывается на компьютере.

При использовании оптической линии задержки (ОЛЗ), основанной на дифракционной решетке и угловом сканировании зеркала (RSOD), полоса пропускания фильтра Δf уширяется приблизительно в 4 раза.

* Работа выполнена под руководством канд. физ.-мат. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ГГТУ» С.Г. Проскурина.

$$f_o = \frac{4\Delta x}{\lambda} \frac{\partial \alpha}{\partial t}.$$

Частота RSOD достигает нескольких кГц, что позволяет получать ОКТ-изображения со скоростью десятков изображений в секунду. Несущая частота и ее уширение при этом становятся очень большими, что уменьшает разрешение и глубину когерентного зондирования.

Нам удалось уменьшить фокусное расстояние L_f и модифицировать RSOD. Это существенно снизило интенсивность источника излучения, СЛД, что привело к увеличению соотношения С/Ш на 5 – 8 dB. Растровое сканирование и последовательное растровое усреднение дало дополнительное уменьшение соотношения С/Ш на 4 – 10 dB. Это впервые позволило визуализировать подкожные кровеносные сосуды человека диаметром ~ 1 мм.

Рисунок 2 показывает кровеносный сосуд пальца человека, расположенный на глубине 1 – 1,7 мм до и после оптического просветления. Рисунок 2, а представляет изображение кровеносного сосуда, полученного с частотой сканирования 80 Гц, что соответствует времени детектирования ~2,2 с при считывании каждой последующей линии (четной или нечетной) и ~1,1 с при считывании обеих линий (четной и нечетной). Увеличение частоты сканирования возможно до нескольких кГц, что позволяет реализовать видеорежим с частотой 10 – 30 кадров в минуту.

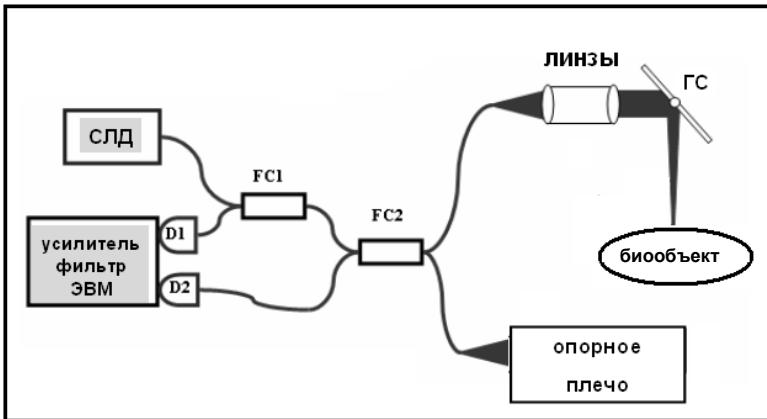


Рис. 1. Схема оптического когерентного томографа:

СЛД – суперлюминесцентный диод; FS1, FS2 – 1×2 и 2×2 разветвители световодов, в опорном плече находится сканирующая оптическая линия задержки; ГС – гальваносканер; D1, D2 – инфракрасные приемники излучения, включенные в балансную схему

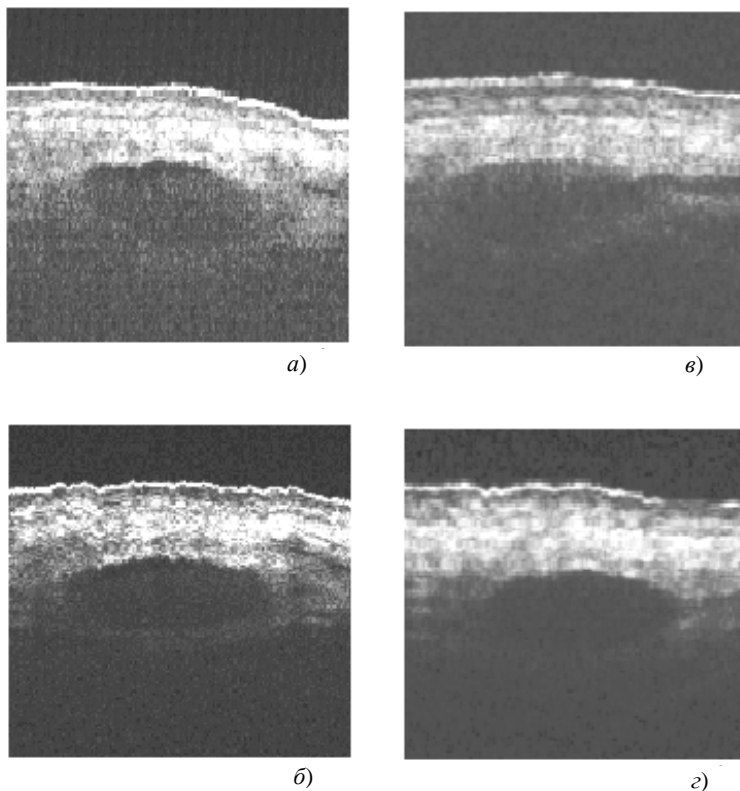


Рис. 2. ОКТ-изображения кожи и кровеносного сосуда пальца человека до (а, в) и после оптического просветления (б, з). Диаметр сосуда ~ 1 мм. Размер изображений 2×2 мм²

При оптическом просветлении контраст изображения сначала увеличивается (через 5 – 7 мин), а потом резко падает. Структура сосудов перестает быть четко видна, однако глубина когерентного зондирования увеличивается. Регистрируется сигнал от слоев кожи с глубины ~ 1,6...1,8 мм, но с ухудшенным в 4 – 6 раз пространственным разрешением.

Более глубокие слои кожи возможно визуализировать только за счет переходного квазидиффузионного когерентного режима регистрации фотонов. Уменьшение разрешения нижних слоев в 3 – 5 раз по сравнению с верхними слоями соответствует наличию рассеяния излучения и перехода в промежуточный режим между когерентной и диффузионной томографией. Это и есть режим слабо рассеянных фотонов, сохраняющих когерентность с опорным плечом интерферометра.

Данная ОЛЗ позволила отстроиться от низкочастотного $1/f$ шума, от высокочастотного нарастающего белого шума и получить несущую частоту равную 25 кГц, где и был минимум шумов. Описанные усовершенствования важны с практической точки зрения, они позволяют уменьшить физические размеры ОЛЗ до $10 \times 3 \times 5$ см³ и использовать низкокогерентный источник излучения, СЛД, мощностью до 0,4 милливатта. При использовании оптического циркулятора обратное влияние излучения на СЛД можно практически исключить. Это также позволит дополнительно уменьшить мощность источника в два раза. Примененное растровое усреднение в пределах одного пикселя уменьшает спектр шумов и увеличивает соотношение С/Ш на 4 – 10 dB. При таком соотношении удалось зарегистрировать фотоны в переходном режиме от отражения и обратного рассеяния к диффузионному режиму многократного рассеяния. Изменяя когерентность источника излучения, возможно добиться соответствия когерентного пакета пространственному разрешению в глубоких слоях биообъекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зимняков, Д.А. Оптическая томография тканей / Д.А. Зимняков, В.В. Тучин // Квантовая электроника. – 2002. – № 10. – С. 849 – 867.
2. Proskurin, S.G. Imaging of non-parabolic velocity profiles in converging flow with optical coherence tomography / S.G. Proskurin, I.A. Sokolova, R.K. Wang // Physics in Medicine and Biology. – 2003. – P. 2907 – 2918.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 664.143

*А.А. Павлова**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРРАГИНАНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЙНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Студнеобразная консистенция кондитерских изделий на желейной основе обусловлена использованием в рецептурных композициях различных видов структурообразователей, формирующих реологические свойства продукта. Основными коммерчески важными студнеобразователями, используемыми в производстве желейных изделий, являются агар, модифицированный крахмал, желатин, каррагинан, пектин и их смеси, относящиеся к группе гидроколлоидов – полимерных соединений, в макромолекулах которых равномерно распределены гидрофильные группы, взаимодействующие с водой.

Выбор подходящего студнеобразователя является сложной технологической задачей и должен опираться на глубокое знание технологии производства желейных изделий; требования, предъявляемые к полуфабрикатам в ходе технологического цикла и готовому продукту, функциональным свойствам, стоимости и доступности гидроколлоида [1].

При создании желейных полуфабрикатов с заданными технологическими свойствами перспективным является использование каррагинанов.

Каррагинаны – желтовато-белые мелкие порошки без запаха, выработываемые из красных морских водорослей (Rhodophyceae): Furcellariaceae, например *Furcellaria fastigata*; Gigartinaceae, например *Chondrus crispus*, *Gigartina*, *Iridia*; Hурnaceae, например *Hурnеа*; Phyllophoraceae, например *Ahmfeltia*, *Gymnogongrus*, *Phyllophora*; Solieraceae, например *Anatheka*, *Eucheuma*, *Meristotheca*. Представляют собой комплексную смесь нескольких сильно кислых полисахаридов, линейные молекулы которых состоят из мономеров D-галактозы и 3,6 ангидро-D-галактозы с этерифицированными сульфатными остатками, которые в свою очередь связаны с натрием, калием, кальцием и т.д. В зависимости от количества и положения сульфатных эфиров различают: κ , λ , ι , ν , μ и θ -каррагинаны.

Получищенный каррагинан получают путем вымывания 10%-ным раствором K_2CO_3 при 70 – 80 °С из свежих водорослей красителей, белков и низкомолекулярных соединений. Остаток отфильтровывают, промывают, высушивают и размалывают в порошок, который имеет

* Работа выполнена под руководством канд. пед. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е.И. Муратовой и аспиранта Д.В. Леонова.

цвет от белого до желтоватого. Этот способ переработки используется преимущественно филиппинскими фирмами, а продукт называется «PNG»-каррагинан.

Очищенный каррагинан получают кипячением свежих водорослей с разбавленной щелочью, фильтрованием, осветлением и осаждением каррагинана солями кальция или спиртом, либо концентрированием до «очищенного» каррагинана вымораживанием, осмосом или ультрафильтрацией.

Являясь растворимыми балластными веществами, каррагинаны не всасываются, но могут уменьшать степень и скорость всасывания других компонентов пищевых продуктов.

Физико-химические свойства каррагинанов меняются в зависимости от вида водорослей, способа переработки и содержания отдельных фракций. Качество оценивают по показателям прочности и прозрачности стандартного геля. Каррагинаны хорошо растворимы в горячей воде и практически не растворимы в органических растворителях.

В зависимости от типа конформация молекул каррагинана в растворе может быть различной. Так, λ -каррагинаны, характеризующиеся высоким содержанием сульфатных групп, имеют в водных растворах палочкообразную конформацию. В тех же условиях κ - и ι -каррагинаны представлены в двух конформациях – спираль и гель.

Причиной широкого применения каррагинана является его способность загущать практически любые пищевые продукты, образуя прозрачный плавящийся гель. Качество этого геля можно существенно менять с помощью других полисахаридов, в особенности камеди рожкового дерева. κ -каррагинан желирует только в присутствии ионов K^+ . λ -каррагинан самостоятельно не желирует. ι -каррагинан в присутствии ионов Ca^{2+} образует прочные эластичные гели, не склонные к синергизму и устойчивые к циклам замораживания – оттаивания. Каррагинаны проявляют эффект синергического усиления казеинового геля: одна и та же прочность геля достигается в молочной среде при концентрации каррагинана в 10 раз меньшей, чем в водной.

Полученный, содержащий целлюлозу каррагинан образует не совсем прозрачный раствор и гель, поэтому меньше пригоден для желе и заливок, но в молочных, жирных или крахмалсодержащих пищевых продуктах это несущественно.

Установлено, что каррагинаны проявляют антикоагулянтную активность, обладают гипополидемическими, противоопухолевыми и иммуностимулирующими свойствами. Предполагается, что большинство их фармакологических эффектов обусловлено способностью связываться с различными биологическими соединениями, изменяя тем самым течение биохимических реакций.

Ассортимент представленных на сырьевом рынке каррагинанов постоянно расширяется. Для обоснования выбора марки каррагинана и его дозировки в производстве конкретных видов кондитерских изделий (мармелад, жевательный мармелад, желейные конфеты, желейная начинка) были проведены исследования влияния концентрации студнеобразователей и вида патоки на физико-химические и структурно-механические свойства студней на их основе.

Опытные образцы готовили по рецептуре, включающей сахар, патоку, лимонную кислоту, цитрат натрия и каррагинаны различных производителей марок Bengel (Филиппины) и Geleon 202M (Франция). Отбор проб проводили после стадии выстойки в течение 60 минут.

Массовая доля сухих веществ в исследуемых образцах составляла 75 %; pH 5,5...6,0; массовая доля редуцирующих веществ в образцах на высокосахаренной патоке 26,0 – 29,0 %, на крахмальной патоке 17,0 – 19,0 %.

Результаты анализа структурно-механических характеристик желейных полуфабрикатов представлены на рис. 1.

Повышение концентрации каррагинана от 0,15 до 1,8 % сопровождается увеличением пластической прочности студней в 28...110 раз. Наибольшей прочностью обладают студни на основе каррагинана марки Bengel, прочность 1%-ного студня данного студнеобразователя превышает прочность аналогичных студней на основе Geleon 202M в 4,75 раза. При этом отмечено, что высокосахаренная патока способствует повышению прочности студней с увеличением концентрации студнеобразователя.

Таким образом, установлено, что применение каррагинана позволяет получать желейные полуфабрикаты с резко отличающимися реологическими характеристиками, текстура термообратимых гелей которых варьируется от мягкой и эластичной до жесткой и хрупкой, что может быть использовано в промышленных условиях для производства широкого ассортимента желейных кондитерских изделий на основе одного студнеобразователя.

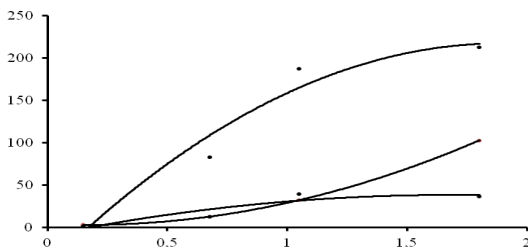


Рис. 1. Зависимость пластической прочности студней от концентрации каррагинана:

1 – Bengel; 2 – Geleon 202M (высокосахаренная патока);
3 – Geleon 202M (крахмальная патока)

Для разработки рецептур жележных изделий на основе каррагинана и технологии их производства необходимо провести дополнительные исследования для выявления оптимальных для каждого вида жележных полуфабрикатов концентраций студнеобразователя, обоснования режимных параметров производства и установления характера влияния каррагинана на качественные характеристики готовых изделий в процессе хранения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонов, Д.В. Разработка технологии жележных конфет функционального назначения / Д.В. Леонов, Е.И. Муратова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2010. – № 4 – 6. – С. 328 – 335.
2. Филлипс, Г.О. Справочник по гидроколлоидам / Г.О. Филлипс, П.А. Вильямс. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 536 с.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 664.8.034

*С.Г. Кабаргин, М.В. Малина, В.В. Ланцов**

ВЛИЯНИЕ ВИДА ДРЕВЕСНОЙ ЩЕПЫ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА КОПЧЕНОГО ПРОДУКТА

Копчение как способ консервирования предварительно посоленного белоксодержащего пищевого сырья – мяса и рыбы компонентами, образующимися при термическом разложении древесины, известен человечеству с древних времен. Образующиеся при этом специфические цвет, аромат и вкус настолько привлекательны, что копченые изделия прочно заняли свое место среди деликатесов и закусочных продуктов. В современных условиях копчению подвергают и белковые молочные продукты, а именно сыры, например сычужные твердые – «Рамзес», «Гауда», мягкий – «Адыгейский», рассольный – сулугуни. Традиционно отечественные предприятия вырабатывают классический колбасный копченый сыр, колбасные копченые сыры с наполнителями. В настоящее время эта группа пополнилась колбасным сырным

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, генерального директора ОАО «Орбита» Н.М. Страшнова.

продуктом с растительными жирами. Доля потребителей этого сегмента переработанных сыров составляет около 38 %, что обусловлено его привлекательными потребительскими характеристиками.

В зависимости от способа применения дыма, различных его качеств, таких как: густота, содержание копильных веществ, породы дерева, а также продолжительности обработки продукта, температурного режима продукты будут прокопчены в разной степени. Вид копильной среды обуславливает уровень основных эффектов копчения – цвета, аромата и вкуса готовой продукции, степень ее консервирования и безопасности. Факторы технологии являются, как правило, определяющими при достижении заданных качественных характеристик копченых изделий. На рисунке 1 представлена схема взаимосвязи основных и второстепенных факторов копчения и показатели качества, которые они формируют в период технологической операции.

С целью выяснения некоторых закономерностей, проявляющихся при копчении, была проведена серия производственных экспериментов в универсальной термокамере Reich AIRMASTER UK 12500 THD. Эта установка представляет собой универсальную камеру для термообработки продуктов с добавлением копильного дыма. Основными видами обработки являются сушка, копчение и варка в температурном диапазоне от 20 до 150 °С. Производительность камеры 850 кг/ч, загружаются 7 рам с 4 уровнями. Целевым продуктом экспериментов являлся колбасный копченый сырный продукт «Тамбовский» с жирностью 40 %, расфасованный в оболочку, изготовленную из регенерированной целлюлозы диаметром 60...70 мм.

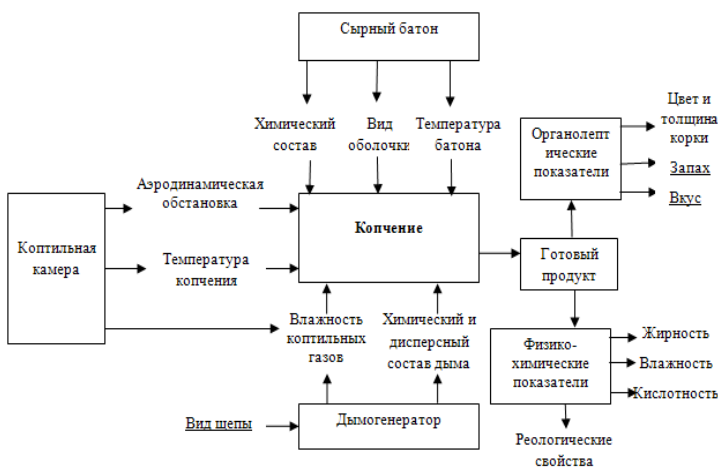


Рис. 1. Схема взаимосвязи факторов копчения и показателей качества продукта

Желаемый результат копчения во многом зависит от сорта древесины, степени измельчения щепы, содержания в ней влаги, гидродинамической обстановки в камере. После запуска камеры встроенные циркуляционные вентиляторы образуют воздухооборот, обеспечивающий равномерное распределение температуры и удаление влаги. Для обработки сырной массы в паровом дымогенераторе направленно была использована щепа ольхи, ольхи черной, дуба, яблони. У образцов перечисленных видов щепы были определены такие параметры, как гранулометрический состав, насыпная плотность и влажность. Результаты приведены в табл. 1.

В дыме при пиролизе щепы образуется около 10 тысяч соединений, среди которых идентифицированы 300, такие как: фенольные вещества, спирты, кетоны, кетоспирты, альдегиды, кислоты, эфиры. Большинство исследователей считает, что именно эти вещества являются носителями аромата и отчасти вкуса копчения. Установлено, что доля фенолов в формировании типичного аромата копчения в среднем оценивается на 66 %. В исходном сырье эти вещества либо отсутствуют, либо содержатся в небольших количествах, тогда как в копченых продуктах фенолов дыма накапливается сравнительно много [1].

Для определения содержания фенолов пользуются колориметрическим методом определения содержания фенолов в копченостях с применением 4-аминоантипирина, основанного на окислении фенола в щелочной среде в присутствии железосинеродистого калия с образованием хинона и получения окрашенного в красный цвет комплекса [2].

1. Структурно-механические и физико-химические свойства образцов щепы

Вид щепы	Размер частиц, мм / % от общей массы				Насыпная плотность, кг/м ³	Влажность, %
	Мелкие	Средние	Крупные	Очень крупные		
Ольха	5×2×1/15	8×4×2/25	13×3×1/30	13×1×1/32	160,0	8,4
Ольха черная	6×5×1/53	7×6×1/20	11×5×1/13	15×2×2/13	193,0	8,6
Яблоня	6×2×1/15	9×3×2/30	10×3×2/30	16×1×1/24	160,0	6,7
Дуб	6×2×1/35	7×6×1/25	11×4×3/28	18×3×1/31	248,0	8,8

2. Зависимость концентрации фенольных компонентов от используемой щепы и расположения батона в камере

Вид щепы	Содержание фенолов, мг %			Органолептическая оценка (вкус, аромат)
	Внизу	В середине	Вверху	
Положение				
Дуб	0,108	0,126	0,1038	Ярко выраженный копченый, дымный
Яблоня	0,072	0,102	0,0726	Приятный копченый
Ольха	0,048	0,099	0,054	Копченый
Черная ольха	0,057	0,072	0,072	Интенсивный копченый

Были проведены исследования влияния породы дерева, используемого для щепы, и места расположения сырного батона в коптильной камере на качество копчения сыра. Результаты приведены в табл. 2.

Результаты производственного эксперимента показали, что наибольшее количество фенольных компонентов накапливается при копчении на дубовой щепе, что сформировало выраженный вкус и аромат дыма продукта. Копчение на ольховой щепе придает продукту приятный аромат при меньшем содержании фенольных веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мезенова, О.Я. Технология и методы копчения пищевых продуктов : учебное пособие / О.Я. Мезенова. – СПб. : Проспект науки, 2007. – 288 с.
2. Курко, В.И. Методы исследования копчения и копченых продуктов / В.И. Курко. – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 191 с.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 664.6.004.12

Е.П. Ларионова*

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА ПОДЪЕМ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРОЖЖЕВОГО СЛОЕНОГО ТЕСТА

Анализ научных и производственных разработок в области слоеных хлебобулочных изделий свидетельствует, что в настоящее время в мире активное развитие получило производство изделий на основе

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е.В. Хабаровой.

дрожжевого слоеного теста. Их качество оценивается целым рядом как физико-химических, так и органолептических показателей, в первую очередь высотой подъема. Целью данного исследования стало изучение факторов, влияющих на подъем слоеного теста и изделий из него.

Для исследования были выбраны следующие факторы, влияющие на подъем дрожжевых изделий:

1. Влажность теста;
2. Количество слоев в тесте для дрожжевых слоеных изделий;
3. Количество маргарина, предназначенного для слоения полуфабриката;
4. Размер тестовой заготовки.

Исследования влияния вышеперечисленных факторов на подъем слоеных хлебобулочных изделий проводились на базе пекарни ИП Ларионова П.Н. Объектом исследования были выбраны слоеные изделия прямоугольной формы размером 100×100 мм. При выпечке изделий за основу была взята рецептура, представленная в таблице, при этом применялся специализированный маргарин для слоеного теста производства Нижегородского масложирового комбината.

В ходе исследований влияния ряда факторов (влажность теста; количество слоев в тесте для дрожжевых слоеных изделий; количество маргарина, предназначенного для слоения полуфабриката; размер тестовой заготовки) на подъем слоеных хлебобулочных изделий в основную (базовую) рецептуру вносились соответствующие корректировки. Полученные результаты были проанализированы и сделаны следующие выводы.

1. Влияние влажности теста. Было исследовано влияние изменения количества вносимой при замесе теста воды на подъем готовых слоеных хлебобулочных изделий. При достижении теста влажности свыше 40 % полуфабрикат начинает прилипать к рукам, деталям тестомесильной машины, во время раскатки тесто прилипает к валкам тестораскаточной машины.

1. Базовая рецептура приготовления слоеных изделий

Наименование сырья	Количество, кг
Мука пшеничная, в/с	100
Сахар	10
Соль	2
Дрожжи прессованные хлебопекарные	0,76
Маргарин	6
Улучшитель мажмикс	1,5
Маргарин для слоения	45

Кроме того, уменьшение влажности теста приводит к тому, что изделия сжимаются во время выпечки, поэтому применять данный способ для регулирования подъема дрожжевых слоеных изделий нецелесообразно.

2. Влияние количества слоев в тесте для дрожжевых изделий. Изделия выпекались по базовой рецептуре с изменением только количества слоев: 18, 162, 512. При этом наблюдалась следующая тенденция: при уменьшении количества слоев наблюдается «вытекание» маргарина из изделий на противень (18 слоев), наиболее интенсивно это происходит при расстойке полуфабрикатов; при увеличении количества слоев: 18, 162, 512 подъем изделий составляет: 10, 20 и 45 мм соответственно, т.е. возрастает.

3. Влияние количества маргарина, предназначенного для слоения полуфабриката (рис. 1). Изделия выпекались с изменением в базовой рецептуре количества маргарина, предназначенного для слоения. Для исследований были взяты следующие соотношения: 10 %, 20 %, 30 %, 40 % от массы муки, предназначенной на один замес. В результате исследований было отмечено, что чем больше маргарина используется для слоения, тем тесто становится более пластичным, оно лучше раскатывается, при этом наблюдается прямая зависимость высоты (подъема) готового изделия от количества маргарина, вносимого на стадии слоения теста. Таким образом, изменение дозировки маргарина позволяет варьировать высоту (подъем) готового изделия.



а)

б)

Рис. 1. Влияние количества маргарина, предназначенного для слоения полуфабриката:

а – 3 кг маргарина на 100 кг муки; *б* – 12 кг маргарина на 100 кг муки



а)

б)

Рис. 2. Влияние размера тестовой заготовки на подъем слоеных хлебобулочных изделий:

a – 10×16 мм; *б* – 10×5 мм

4. Размер тестовой заготовки. Технологические параметры приготовления дрожжевых слоеных изделий соблюдались согласно базовой рецептуре. Изменялись лишь размеры тестовых заготовок: 100×60, 100×80, 100×100, 100×120, 100×140, 100×160 мм. При этом была выявлена следующая закономерность: при увеличении размера происходит постепенное увеличение подъема изделий, при достижении критического размера (100×120 мм) подъем изделий начинает уменьшаться.

Таким образом, регулировать подъем слоеных хлебобулочных изделий возможно регулировкой следующих параметров: количества слоев в тесте для дрожжевых слоеных изделий; количества маргарина, предназначенного для слоения полуфабриката и размера тестовой заготовки. Влажность теста для слоеных изделий также влияет на подъем хлебобулочных изделий, но этот способ нецелесообразно применять на практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 9511–80 «Изделия хлебобулочные слоеные. Технические условия».
2. Пола Фигони. Профессиональная выпечка: теория и практика / Пола Фигони ; пер. с англ. В. Разумовского. – М. : ЗАО «Издательский дом Ресторанные ведомости», 2004. – 384 с.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*В.В. Анаршеева**

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Основными задачами, стоящими перед хлебопекарной промышленностью в настоящее время являются разработка, расширение ассортимента и активное внедрение в структуру питания населения хлебобулочных изделий высокого качества, отвечающих современным требованиям науки о питании. Успешное решение поставленных задач связано с поиском и выявлением новых натуральных функциональных ингредиентов, в том числе растительного происхождения.

В рамках данной работы была изучена технология производства пшеничного хлеба с использованием порошка из плодов шиповника и рябины.

В соответствии с целью были определены следующие задачи:

- обоснование выбора в качестве функционального ингредиента порошка из плодов шиповника и рябины;
- исследование влияния порошкообразной добавки на свойства сырья, полуфабрикатов, качество готовых изделий и сроки их хранения.

На первом этапе исследовали химический состав порошков из плодов шиповника и рябины. Установлено, что порошки содержат большое количество пищевых волокон, водо- и жирорастворимых витаминов, минеральных и пектиновых веществ, которые способны повысить качество и безопасность хлебобулочных изделий. Все это делает данный вид добавки перспективным ингредиентом для использования в хлебопечении.

На втором этапе для определения влияния порошка из плодов шиповника и рябины на ход технологического процесса производства хлеба пшеничного исследовали влияние добавки на хлебопекарные свойства муки пшеничной и дрожжи хлебопекарные прессованные, а также на структурно-механические свойства теста. Добавку вносили в тесто в количестве 1...3 % путем замены соответствующего количества пшеничной муки. В качестве контроля была выбрана проба без внесения добавки.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук ФГБОУ ВПО «ГГТУ» Д.С. Дворецкого.

Результаты исследований показали, что применение продуктов переработки плодов шиповника и рябины приводит к снижению количества сырой клейковины на 3,0...10,7 %, растяжимости – на 4,2...12,1 % и увеличению упругих свойств на 0,6...2,9 %.

Изучение динамики газообразования образцов (рис. 1) позволяет сделать вывод об увеличении, по сравнению с контролем, количества углекислого газа, выделившегося за 300 мин брожения, на 6...14 %.

Установлено, что продукты переработки плодов шиповника и рябины способствуют повышению жизнеспособности хлебопекарных дрожжей. Это обусловлено содержанием в порошке углеводов, минеральных веществ и витаминов, важных для питания дрожжевых клеток [1].

О реологических свойствах опытных образцов судили по показателю адгезионной прочности (рис. 2). Анализ полученных данных показывает, что при добавлении 1% порошка из плодов шиповника и рябины адгезионная прочность теста снижается на 7 % по сравнению с контролем.

На третьем этапе для определения влияния порошка из плодов шиповника и рябины на качество готовых изделий проводили экспериментальные выпечки хлеба из пшеничной муки высшего сорта.

Порошок из плодов шиповника и рябины в количестве 3% к массе муки, предварительно гомогенизированный с растительным маслом и водой, вносили на стадии замеса теста. Тесто готовили опарным способом. После брожения его делили на куски, укладывали в формы и направляли на расстойку, после чего выпекали. В качестве контрольного образца служил хлеб пшеничный без внесения добавки.

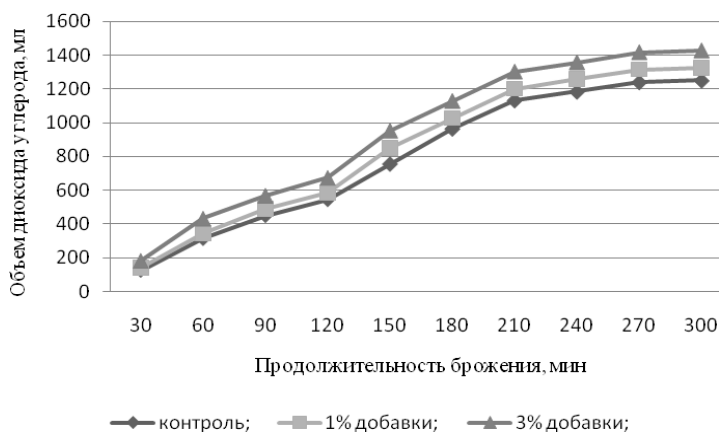


Рис. 1. Динамика газообразования

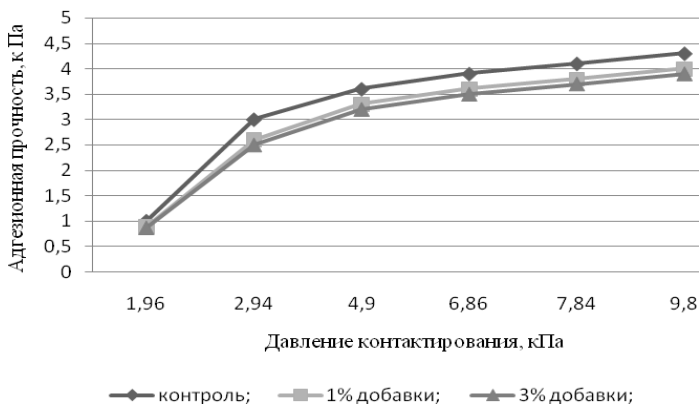


Рис. 2. Зависимость продолжительности брожения от давления контактирования

Установлено, что внесение продуктов переработки плодов шиповника и рябины благоприятно отразилось на органолептических показателях опытных образцов: готовые изделия имели приятный, в меру выраженный вкус и аромат, яркоокрашенную, гладкую корку. По результатам органолептической оценки хлеба пшеничного составлена профилограмма по пятибалльной оценочной шкале (рис. 3).

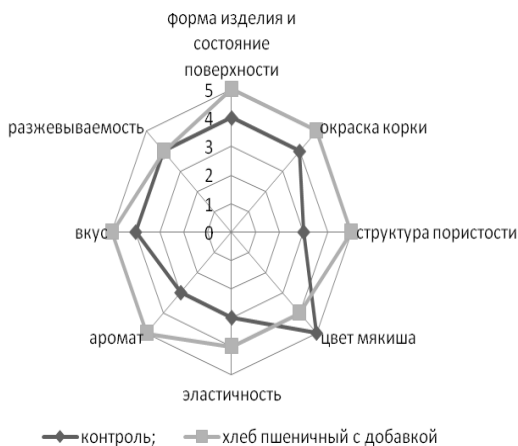


Рис. 3. Влияние порошка из плодов шиповника и рябины на органолептические показатели хлеба пшеничного

Введение в рецептуру пшеничного хлеба продуктов переработки плодов шиповника и рябины способствовало увеличению по сравнению с контролем удельного объема на 20,6 % и пористости на 9,6 %, пластической и упругой деформации на 46,4 и 25 % соответственно.

Изучение химического состава пшеничного хлеба, обогащенного порошком из плодов шиповника и рябины, свидетельствует о повышении пищевых волокон на 63,4 % по сравнению с контролем. При этом количество растворимых пищевых волокон увеличилось в опытном образце в 1,4 раза, а грубых – в 11 раз. Внесение добавки позволило обогатить готовые изделия витаминами А и С. Также установлено, что за счет включения в рацион 120 г хлеба пшеничного с внесением продуктов переработки плодов шиповника и рябины, потребность в кальции покрывается на 9 %, в то время как без добавки – только на 3 %.

На следующем этапе изучали влияние порошка из плодов шиповника и рябины на сохранение свежести хлеба пшеничного по изменению структурно-механических свойств мякиша в процессе его хранения. Установлено, что общая деформация сжатия через 72 ч хранения снижается на 38 % для контрольного образца и на 28 % для образца с добавкой.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- порошок из плодов шиповника и рябины является перспективным функциональным ингредиентом в производстве хлебобулочных изделий;
- внесение добавки приводит к снижению количества клейковины на 3,0...10,7 %, но в то же время способствует ее укреплению, повышает жизнеспособность хлебопекарных дрожжей, снижает адгезионную прочность теста;
- применение порошка из плодов шиповника и рябины способствует повышению пищевой ценности и качества хлебобулочных изделий, увеличению сроков их хранения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Л.Я. Ауэрман ; под общей ред. Л.И. Пучковой. – СПб. : Профессия, 2002. – 414 с.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*М.С. Темнов**

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ТЕРМОСТОЙКОГО СЫРНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ПОВТОРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

Плавленый сыр является продуктом, полученным при плавлении сычужного сыра под действием тепла и механической обработки во время добавления эмульгирующих солей-плавителей с последующим охлаждением. В зависимости от технологии выработки и химического состава плавленые сыры подразделяют на ряд групп: ломтевые, колбасные, пастообразные, сладкие, отличающиеся физико-химическими, структурно-механическими, органолептическими свойствами, что обусловлено химическим составом продукта, формирующимся на этапе составления рецептуры. Расширение ассортимента продукции идет в направлении разработки продуктов другого потребительского назначения, отличного от традиционного.

Была проведена работа по созданию рецептуры нового плавленого термостойкого сырного продукта, предназначенного для повторного плавления. В соответствии с поставленной целью решался ряд задач, в частности проведен подбор компонентного состава для производства нового вида продукта, изучено влияние на реологические свойства готового продукта рецептурного состава. Объектами исследования являлись компоненты рецептурной смеси, образцы плавленого сырного продукта (для пиццы), отличающиеся составом и количеством внесенных компонентов: белок-, жиросодержащих компонентов, стабилизаторов, в качестве основного компонента рекомендуется использовать молодой сычужный сыр. Жировая фаза представлена растительными жирами, являющимися источником ненасыщенных жирных кислот. Соль-плавитель «Сольва NZC» и структурообразователь должны обеспечить плотную эластичную консистенцию продукта. Исходная смесь ингредиентов при постоянном интенсивном перемешивании прогревалась до 75 – 80 °С, выдерживалась при этой температуре в течение 7 – 10 мин, после чего фасовалась, охлаждалась и хранилась при 2 – 4 °С. Известно, что в значительной мере консистенцию сыра определяют влажность и содержание жира в нем. Исследования корреляционной зависимости качества плавленого сыра показали, что существует оптимальное соотношение влаги и жира, обеспечивающие наилучшие органолептические показатели, величина Вл/СОВ отражает зависимость между консистенцией плавленого сыра и соотношением влаги и жира [1].

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

Для достижения желаемой консистенции плавленого сыра приняты соотношение влаги (Вл) к сухому обезжиренному веществу (СОВ) – Вл/ СОВ в пределах от 1,1 до 1,7.

Предметом исследования были физико-химические и технологические свойства компонентов рецептурной смеси, технологические режимы получения и формирование потребительских свойств проектируемого продукта. Были рассчитаны рецептуры и изготовлены согласно им опытные образцы, которые подвергались физико-химическому анализу, а также были определены способности к повторному плавлению, органолептические показатели такие, как внешний вид, вкус, запах и консистенция. В России действует линия ГОСТов, по которым определялись органолептические показатели: ГОСТ Р ИСО 3972–2005, ГОСТ Р ИСО 5492–2005, ГОСТ Р ИСО 8589–2005, массовую долю жира в сыре определяют кислотным методом Герберано ГОСТ 5867–69, массовую долю влаги устанавливают экспресс-методом высушивания ГОСТ 3626–73. Для уточнения влияния влаги и жира на консистенцию плавленого термостойкого сырного продукта были проведены опытные исследования, результаты которых занесены в табл. 1.

1. Результаты исследования рецептуры образцов с различным содержанием жира и влаги

Варианты продукта	B1	B2	B3	B4
Органолептические показатели				
Вкус и запах	Чистый, приятный, сырный	Чистый, сырный	Приятный молочный	Сырный, кисловатый
Внешний вид	Поверхность чистая ровная	Немного крупитчатая поверхность	Поверхность без включений	Чистая, ровная поверхность
Консистенция	Плотная	Упругая	Пластичная, упругая	Плотная
Потребительские свойства				
Характер повторного плавления	Без образования корки	Тянущаяся консистенция	Образовалась корка, консистенция грубая	Консистенция тянущаяся без образования корки

Варианты продукта	B1	B2	B3	B4
Физико-химические показатели				
Массовая доля жира	40 %	45 %	35 %	35,3 %
Массовая доля влаги	50 %	53 %	52 %	54,8 %
Влага/СОВ	1,7	1,8	1,4	1,6

По результатам сравнительного анализа приготовленных образцов был выбран термостойкий сыр с содержанием влаги 55 % и с содержанием жира 35 %.

Важную роль, влияющую на консистенцию термостойкого плавленого сырного продукта, оказывают различные виды структурообразователей. Они используются для регулирования вязкости, компенсируют потерю крепости геля, тем самым позволяют получить продукт, который хорошо нарезается на слайсы. Были испытаны следующие виды структурообразователей: каррагинан, желатин, крахмал картофельный, «Аквამикстермо», «Аквамикстермо плюс». В таблице 2 приведены результаты исследования оптимального подбора структурообразователей разного типа.

2. Результаты опытных исследований с применением разных типов структурообразователей

Варианты	B1	B2	B3	B4
Органолептические показатели				
Вкус и запах	Чистый, приятный, сырный	Чистый, сырный	Приятный молочный	Приятный, с ярко выраженным сырным вкусом
Внешний вид	Поверхность чистая ровная	Чистая поверхность	Ровная поверхность без включений	Чистая, ровная поверхность

Варианты	В1	В2	В3	В4
Органолептические показатели				
Цвет	Светло-бежевый	Кремовый	Желтовато-кремовый	Кремовый
Потребительские свойства				
Характер повторного плавления	Образовалась корка, консистенция грубая	Без образования корки	Консистенция тянущаяся без образования корки	Тянущаяся консистенция
Физико-химические показатели				
Массовая доля жира	43 %	47 %	45 %	47 %
Массовая доля влаги	50 %	51 %	52 %	51 %
Вл/СОВ	1,6	1,7	1,8	1,7

В результате дегустационного анализа лучшим был признан образец плавленого термостойкого сырного продукта, в составе которого был применен структурообразователь «Аквამикстермо».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баркан, С.М. Плавленые сыры / С.М. Баркан, М.Ф. Кулешова. – М. : Пищевая промышленность, 1967. – 283 с.
2. Сборник технологических инструкций по производству плавленых сыров. – Углич, 2003. – 205 с.
3. ГОСТ Р 52685–2009 «Сыры плавленые. Общие ТУ».

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*В.С. Темнова**

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ СЫРНОГО СОУСА

Российский рынок плавяных сыров изменяется не только за счет расширения линейки ассортимента сыров, но и за счет появления новых и аналоговых продуктов. Одним из новых продуктов на российском рынке можно считать сырный соус. В европейских странах сырные соусы изготавливаются в виде: столовых соусов-приправ; соусов для обмакивания; соусов для запекания овощных, мясных, рыбных блюд. В настоящее время доля сырного соуса на российском рынке крайне мала, поэтому актуальна проблема создания рецептур и технологических приемов для получения этого продукта.

Практическая реализация проектной разработки состояла из следующих этапов:

1. Формирование «идеального образа» продукта;
2. Создание вариантов рецептур продукта;
3. Оптимизация рецептур по номенклатурным показателям.

Сырный соус должен соответствовать следующим показателям: консистенция нежная, однородная, кремообразная, чему соответствует высокое отношение влаги к сухим веществам; цвет белый с бежевым оттенком или желтоватый, вкус выраженный сырный, островатый.

Основываясь на технологию пастообразных плавяных сыров, была проведена серия экспериментов по изготовлению сырного соуса с целью получения образца с лучшими физико-химическими и органолептическими показателями [1]. Для приготовления сырного соуса были использованы натуральные сычужные сыры полной зрелости для формирования вкуса и консистенции готового продукта. Для обеспечения процесса плавления была выбрана соль-плавитель «Сольва NZC», которая представляет собой определенным образом подобранные смеси фосфатов и цитратов. Различный композиционный состав обеспечивает этой соли специальные характеристики ($\text{pH} = 6,7 \dots 6,8$; высокая способность к кремообразованию и ионообмену).

Установлено, что на консистенцию сырной массы большое влияние оказывает содержание влаги и жира. Мягкая, кремообразная консистенция сырного соуса обеспечивается при $\text{В/СОВ} > 2,1$, что позволяет определиться с пределами варьирования в составе смеси влаги и жира [2]. Количество влаги определяли методом высушивания навески по ГОСТ 3626, содержание жира – методом, основанным на высвобо-

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

ждении и выделении жира из жировых шариков пробы под действием концентрированной серной кислоты и изоамилового спирта с последующим его центрифугированием.

Показателем, характеризующим реологические свойства сырного соуса, является предельное напряжение сдвига, или предел прочности – способность тела сопротивляться формоизменению под действием внешних сил. Сырный соус должен иметь мягкую консистенцию, быть почти текучим материалом, поэтому предельное напряжение сдвига τ_0 должно быть $< 50 \cdot 10^{-2}$ Па. Этот показатель определялся методом пенетрации.

На основе технологии производства пастообразных плавленых сыров с учетом вышеперечисленных требований были приготовлены, а затем проанализированы образцы сырного соуса. Органолептические показатели изготовленных образцов оценивала дегустационная комиссия (табл. 1). Физико-химические свойства образцов представлены в табл. 2.

1. Органолептические характеристики образцов сырного соуса

Массовая доля сухих веществ, %	40	40	40	45	45	45
Массовая доля жира, %	40	45	50	40	45	50
Вкус и запах	Нежный кислотаватый	Нежный кислотаватый	Нежный кислотаватый	Сырный островатый	Нежный кислотаватый	Нежный мучнистый
Баллы	3	3	3	4	4	3
Консистенция	Однородная	Однородная	Неоднородная	Однородная без включений	Однородная без включений	Однородная без включений
Баллы	4	4	3	4	4	4
Цвет	Молочный	Молочный	Молочный	Молочный	Молочный	Молочный
Баллы	5	5	5	5	5	5
Вид на разрезе	Без включений	Без включений	Неоднородный	Без включений	Без включений	Без включений
Баллы	4	4	3	4	4	4
Суммарный балл	16	16	14	17	17	15

2. Физико-химические характеристики образцов сырного соуса

Массовая доля сухих веществ, %	40	40	40	45	45	45
Массовая доля жира, %	40	45	50	40	45	50
В/СОВ	3,7	5,45	19,35	2,96	4,62	18,9
Предельное напряжение сдвига	28,4	35,72	56,3	50,42	96,4	138,74
Влажность, %	67,8	71	76,9	63,4	67,85	74,6

По результатам экспериментов наилучшим был выявлен образец с массовой долей сухих веществ 45 % и массовой долей жира 40 %, так как данный образец получил самые высокие баллы, имеет мягкую текучую консистенцию, однородную массу, приятный вкус и запах.

Чтобы сформировать выраженный сырный вкус готового продукта, необходимо использовать вкусо-ароматические добавки. На основе полученного образца сырной массы с массовой долей сухих веществ 45 % и массовой долей жира 40 % были сделаны экспериментальные образцы с использованием вкусо-ароматических добавок фирмы Givaudan (Швейцария). Органолептическая оценка образцов проводилась методом дегустационного анализа (табл. 3).

3. Результаты дегустационного анализа полученных образцов сырных масс с использованием вкусо-ароматических добавок фирмы Givaudan

Наименование вкусо-ароматической добавки	Доза, %	Оценка					
		5	4	3	2	1	0
Сыр Гауда DN6410X	0,3	11,1 %	77,7 %	11,1 %	0	0	0
Сыр Пармезан CF80301L	0,14	33,3 %	33,3 %	22,2 %	11,1 %	0	0
Сыр Чеддар CF80201L	0,15	22,2 %	33,3 %	44,4 %	0	0	0
Сыр сливочный P-133640	0,2	33,3 %	22,2 %	22,2 %	11,1 %	11,1 %	0

Наименование вкусо-ароматической добавки	Доза, %	Оценка					
		5	4	3	2	1	0
Сыр (Эдам) P-003761	0,3	11,1 %	33,3 %	33,3 %	22,2 %	0	0
Сыр Эмменталер 11994-33	0,3	33,3 %	11,1 %	44,4 %	11,1 %	0	0

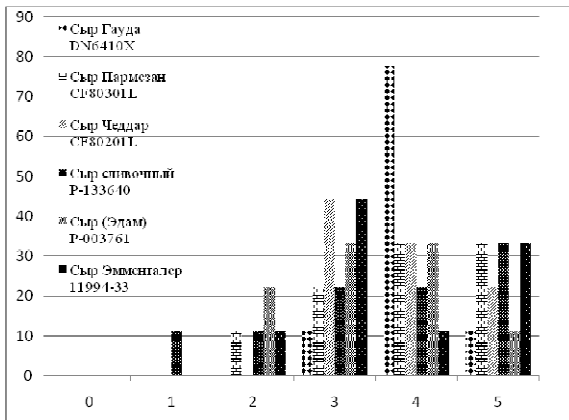


Рис. 1. Результаты дегустационного анализа образцов сырной массы с использованием вкусо-ароматических добавок фирмы Givaudan

Самые высокие оценки получили следующие вкусо-ароматические добавки: сыр Гауда DN6410X, сыр Пармезан CF80301L (рис. 1).

В результате проведенной работы предложена рецептура сырного соуса с желательными потребительскими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сборник технологических инструкций по производству плавленых сыров. – Углич, 2003. – 205 с.
2. Баркан, С.М. Плавленые сыры / С.М. Баркан, М.Ф. Кулешова. – М. : Пищевая промышленность, 1967. – 283 с.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*Е.Э. Леонова**

ПРОЕКТ ПЕРЕРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ ПИВОВАРЕННЫХ, СПИРТО- И МОЛОКОЗАВОДОВ

Оснащение пивоваренных компаний и спиртзаводов данным видом оборудования помогает решить следующие задачи: размещение экологически вредных отходов производства, ухудшающих окружающую среду выделениями продуктов распада растительного и микробного белков; получение дополнительной прибыли от сбыта концорма, получаемого в результате переработки пивной дробины и спиртовой барды. Цена выпускаемого корма будет значительно ниже, чем цены на другие корма, поэтому спрос на него с учетом высокого содержания белка и оптимального клетчатки будет высок.

Трудно признать удачной идею простой утилизации пивной дробины на полигонах: во-первых, они негативно влияют на экологию, во-вторых, возить туда сами отходы себе дороже – высоки затраты. Вот и накапливаются рядом с городом массивы несанкционированных свалок. Небезопасно и зарывать высокобелковые отходы, как это делается сейчас сплошь и рядом. Химические продукты распада, постепенно проникая в почву, отравляют грунтовые воды. Зарывать их вообще варварство: земли становятся непригодными к хозяйственному использованию на десятки лет (причем с непредсказуемыми экологическими последствиями). Остается одно – такие отходы следует перерабатывать.

Ежегодно на пивоваренном заводе средней мощности уходит в отходы 35 000 т пивной дробины. При таких масштабах умелое и бережное использование отходов и побочных продуктов не только может дать ощутимый доход переработчику этих отходов, но и устранить угрозу загрязнения окружающей среды.

Наличие нескольких крупных пивзаводов и спиртзаводов в одном регионе или городе может создать превышение предложения над емкостью рынка региона. Вывоз избыточной дробины и барды на свалки не разрешается из-за высокой влажности. Даже кратковременная задержка с вывозом сопряжена со значительными убытками от остановки производства или штрафов.

Употребление сырой барды и пивной дробины на корм скоту даже в зимнее время возможно только в течение 48 часов, перевариваемых элементов в необработанных отходах гораздо меньше, чем в концорме, приготовленном при помощи технологии утилизации отходов пивоваренных и спиртовых производств.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Н.Г. Серебренникова.

Концкорм, благодаря содержанию в нем переработанной пивной дробины, характеризуется содержанием высокого уровня протеина (20...25 %), что превышает в 2...2,5 раза его содержание в ячмене, а также большим количеством легко усваиваемых углеводов. Корм с добавлением пивной дробины обладает высокой кормовой и питательной ценностью (80 кормовых единиц). Содержание в пивной дробине жира (3,4...8 %), золы (2,2...4,1 %), кальция (0,3...0,5 %), фосфора (0,5...0,85 %) обеспечивает профилактику заболеваний с/х животных и хорошую прибавку в весе.

В связи с трудностями в использовании сырой спиртовой барды и пивной дробины для кормления сельскохозяйственных животных возникла необходимость во внедрении технологии их утилизации и очистки стоков [1].

Нами предлагается особое внимание уделить современной экологически чистой безотходной технологии переработки пивной ячменной дробины при использовании выпускаемой продукции главным образом для нужд животноводства.

Для реализации программы безотходного производства будет создано совместное предприятие, в котором все отходы превратятся в полезную продукцию – корм для сельскохозяйственных животных.

В основе проекта два критерия: экология и экономика. Этот проект весьма рационален для производства, находящегося в черте или на окраине города, и придает этой безотходной технологии дополнительную привлекательность из-за ее экологичности и гибкости в технологии переработки отходов и разнообразия получаемых из них продуктов. Если оценивать проект с экономической точки зрения, то благодаря новому подходу затраты участников проекта на переработку пивной дробины окупаются уже через 5...6 месяцев, составляя 35...50 % дохода от реализации полученной продукции за первый год работы.

Конечные продукты используют в животноводстве в качестве лечебно-профилактической кормовой добавки и основы кормового рациона с лечебно-профилактической направленностью.

Производство довольно простое: исключение составляют несколько операций в производственном процессе. Для эксплуатации оборудования квалифицированная рабочая сила не требуется.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВОЙ БАРДЫ И ПИВНОЙ ДРОБИНЫ

Послеспиртовая зерновая барда или пивная дробина из отстойника бродительной колонны подается насосом в емкость накопителя барды/дробины. Из емкости самотеком поступает на осадительную центрифугу/шнековую центрифугу/шнековый пресс/барабанный вакуум-фильтр, где разделяется на две фазы: одна фаза с низким содержанием

твердых веществ (обедненная барда/дробина – фугат (фильтрат)), другая фаза – обогащенный по твердому веществу влажный концентрат, поступает в накопительный бункер, из которого при помощи шнека-дозатора поступает в паровую дисковую сушилку, в которой продукт обезвоживается примерно до 10 % остаточной влажности. После высушивания продукт можно использовать для кормления свиней, птиц, крупного рогатого скота.

Фугат барды (дробины), имеющий показатель ХПК 22 – 26 г/дм³ сбрасывают в анаэробных биореакторах с целью получения биогаза и уменьшения загрязненности стоков. Эффективность очистки фугата по показателю ХПК составляет 93 %, выход биогаза – 15 м³ из 1 м³. Биогаз состоит на 70...75 % из метана. Выход биогаза на заводе мощностью 3000 дал спирта в сутки составляет 4500 м³. Использование биогаза в котельной такого завода позволяет сэкономить за год около 1000 т условного топлива. Дальнейшая аэробная доочистка фугата барды в смеси с другими слабозагрязненными сточными водами проводится в биотенках с применением иммобилизованных микроорганизмов.

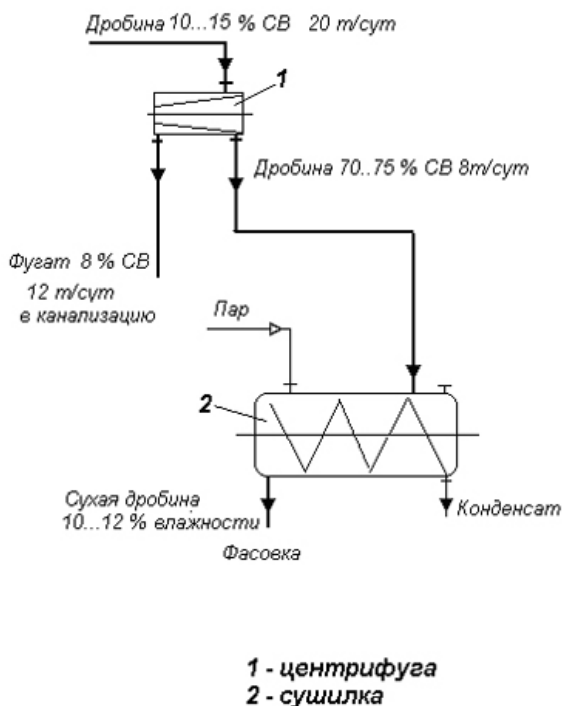


Рис. 1. Схема переработки дробины

Эффективность очистки высокая и составляет по ХПК 99,8 %, по БПК – 99,9 %. После доочистки сточные воды можно сбрасывать в водоемы [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. http://www.nipier.ru/oborudovanie/food_oth/.
2. http://www.eco-spas.ru/uslugi/utilizatsiya_pishchevykh_otkhodov/.

Кафедра «Менеджмент» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 663.913.52

*Д.А. Хворова**

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ АРАХИСА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНФЕТ

На сегодняшний день популярностью и востребованностью у потребителя пользуются глазированные конфеты из мягкой карамели с орехами. Важными задачами, стоящими перед производителями этого типа конфет, являются разработка новых рецептурных композиций с повышенной биологической ценностью и оригинальными органолептическими характеристиками, а также обеспечение стабильности качественных показателей изделий в процессе хранения.

Для производства конфет на основе мягкой карамели часто используется арахис, благодаря своим ценным пищевым качествам. В семенах арахиса содержится около 50 % жира и более 35 % белка, большинство необходимых для организма витаминов и микроэлементов. Витаминный и минеральный состав арахиса богат и разнообразен: витамины группы В, витамины С, Е, D, РР, кальций, магний, натрий, калий, фосфор, железо, цинк, медь, марганец, селен [1].

Известно, что при изменении способа обработки сырья существенно меняются как органолептические и физико-химические свойства, так и микробиологические показатели конечного продукта, в комплексе влияющие на продолжительность хранения готовых изделий.

Цель исследования – определение способов внесения арахиса в рецептурную смесь и режимов его обработки для обеспечения стабильных качественных характеристик готовых изделий. Объектом исследования являлся арахис в составе конфет на основе мягкой карамели.

* Работа выполнена под руководством канд. пед. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е.И. Муратовой и аспиранта П.М. Смолихиной.

Образцы конфет изготавливались на базе лаборатории ОАО «Кондитерская фирма «ТАКФ» в следующих вариантах использования дробленого ядра ореха: сырой, обработанный паром и обжаренный.

В ходе исследований принято решение об исключении образцов с использованием сырого и пропаренного ядра арахиса в связи с быстрой микробиологической порчей и низкими баллами органолептической оценки.

Для обжаривания осуществлялся отбор проб арахиса 40×50 массой 100 г одной партии производства Аргентины, урожай 2010 г. При этом фиксировалась температура (170 °С) и продолжительность обжарки, вид масла или жира. Обжаренные образцы проверялись по физико-химическим (массовая доля влаги) и органолептическим показателям (внешний вид, вкус, отделяемость шелухи). Результаты исследований обжарки арахиса в растительном масле и жире приведены в табл. 1 и 2.

1. Результаты обжарки арахиса в растительном масле

Продолжительность обжарки, мин	Массовая доля влаги, %	Органолептические показатели
3	3,7	Светлый цвет, вкус слегка обжаренный с бобовым привкусом. Шелуха отделяется легко (целиком). Ядро на изломе белое с желтым оттенком
5	2,7	Цвет бежевый до светло-коричневого, вкус слегка обжаренный с легким бобовым привкусом. Шелуха отделяется легко
6	2,2	Обжаренный вкус с легким бобовым привкусом. На изломе белые с кремоватым оттенком. Шелуха от светло-коричневого до темно-коричневого цвета, отделяется с трудом
7	1,6	Цвет темно-коричневый, подгорелый привкус. Шелуха отделяется с трудом

2. Результаты обжарки арахиса в жире

Продолжительность обжарки, мин	Массовая доля влаги, %	Органолептические показатели
3	3,7	Светлый цвет. Вкус сырого арахиса
5	3,2	Бежевый цвет, вкус обжаренный с привкусом сырого арахиса. На изломе желтый
6	2,7	Цвет темно-коричневый. Вкус прожаренного арахиса, на изломе желтый цвет. Шелуха отделяется легко
7	2,3	Цвет коричневый. Подгорелый привкус. На изломе коричневый цвет

В результате проведенных исследований предложены следующие рекомендации по внесению арахиса в рецептурную смесь: обжарка в растительном нерафинированном масле в течение 5 мин при температуре 170 °С, конечная влажность 2,7 %.

Образцы конфет на основе мягкой карамели с орехами, изготовленные с дробленным арахисом по рекомендуемому способу, показали лучшие результаты по физико-химическим, органолептическим и микробиологическим показателям.

Для внедрения полученных результатов в производство необходимо провести дополнительные исследования по оценке стабильности органолептических показателей конфет на основе мягкой карамели с арахисом в процессе хранения, а также по определению изменения физико-химических показателей масла и обоснованию возможности его повторного использования на стадии обжарки орехов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Номофилова, Н.И. Общественное питание. Справочник кондитера / Н.И. Номофилова, М.А. Николаева. – М. : Изд-во «Издательский дом "Экономические новости"», 2003. – 640 с.
2. Драгилев, А.И. Технология кондитерских изделий : учебник для средних профессиональных учебных заведений / А.И. Драгилев, М.А. Николаева, И.С. Лурье. – Изд-во «ДеЛи принт», 2001. – 484 с.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*Е.П. Прохорова, С.Ю. Куренкова**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТАДИИ ПРОИЗВОДСТВА СМЕТАНЫ

Совершенствование традиционных биотехнологических процессов при производстве кисломолочных продуктов является актуальной проблемой в связи с высокими требованиями к качеству готовой продукции. Необходимость увеличения сроков хранения кисломолочных продуктов в сложившейся на рынке системе реализации товара требует повышенного внимания к проблеме разработки заквасок с низкой постокислительной активностью, что актуально для такого продукта как сметана. Следует отметить, что использование традиционных заквасок зачастую приводит к утрачиванию потребительских свойств продукта.

При освоении технологии изготовления сметаны следует учитывать как соблюдение технологических условий производства, так и биотехнологические стадии. Основные факторы, влияющие на показатели качества готового продукта, в виде схемы представлены на рис. 1.

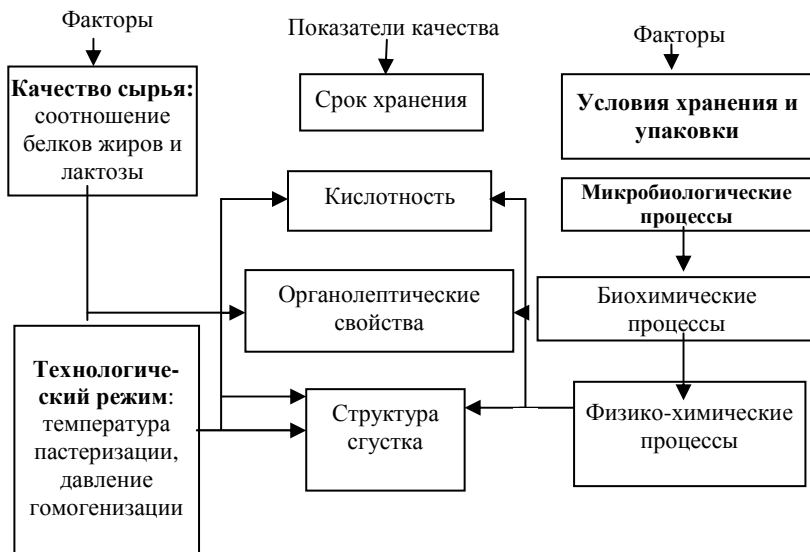


Рис. 1. Факторы, влияющие на процесс производства сметаны

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

Основным этапом изготовления сметаны является биотехнологическая стадия: сквашивание сливок из коровьего молока с использованием заквасочных микроорганизмов. В промышленности используются закваски двух видов: сухие энзиматически активные клетки и закваски прямого внесения, жидкие, представляющие собой сквашенное молоко с большим количеством активных микроорганизмов. Закваска может включать монокультуру лактококков или смешанную культуру лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков.

Морфологические признаки молочнокислых бактерий для производства сметаны и характер их влияния на структуру сгустка представлены в табл. 1.

1. Влияние микроорганизмов закваски на структуру сгустка

Название микроорганизма	Видовые особенности и характеристики	Влияние на сгусток
<i>Streptococcus lactis</i>	Гомоферментативные, овальные кокки диаметром от 1 до 1,5 мкм. Соединены либо попарно, либо в цепочки. Активные кислотообразователи	Обеспечивают формирование плотного сгустка с интенсивным отделением сыворотки
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Гомоферментативные, шаровидные кокки, соединены в цепочки, диаметр более 1 мкм, оптимальная температура 40...45 °С. Их часто комбинируют с молочно-растительными бактериями (<i>Streptococcus lactis</i>)	Обладают выраженной антибиотической активностью и подавляют развитие посторонней микрофлоры
<i>Streptococcus cremoris</i> (сливочный стрептококк)	Гомоферментативные, клетки образуют цепочки. Ароматообразующие бактерии	Придают продуктам кисломолочный аромат, способствуют повышению вязкости продукта, придают сгустку эластичность, препятствуют выделению сыворотки

Важным показателем качества сметаны, влияющим на срок хранения, является кислотность. Проведены опыты по изучению кинетики нарастания кислотности в процессе сквашивания, а также во время хранения готового продукта. Для заквашивания были взяты три вида заквасок прямого внесения: LAT CW t10d болгарской фирмы Lactina, LYOFASST MO 342 и LYOFASST ST 430 итальянской фирмы Sacco.

Результаты приведены в табл. 2 и на рис. 2 и 3.

Как видно из рис. 2, вначале у всех образцов кислотность нарастает довольно медленно и равномерно. Резкий скачок наблюдается у продукта, заквашенного термофильными стрептококками (№ 3), медленнее всего сквашивается сметана № 1, приготовленная с использованием смешанной культуры молочнокислых бактерий и ароматообразующих бактерий. Наиболее приемлемое значение кислотности на конец процесса сквашивания у сметаны № 2. По технологии значение показателя кислотности сметаны должно быть от 55 до 90 °Т.

2. Характеристика заквасок

Название закваски	LAT CW t10d (№ 1)				LYOFASST MO 242 – 342 (№ 2)				LYOFASST ST 430 (№ 3)			
Видовой состав закваски	Lactococcus lactis subsp. lactis Lactococcus lactis subsp. Cremoris Lactococcus lactis biovar diacetylactis				Lactococcus lactis ssp. lactis и Lactococcus lactis ssp. cremoris				Streptococcus thermophilus			
Температура сквашивания, °С	20				20				35			
Время сквашивания, ч	2,5	4	6	24	2,5	4	6	24	2,5	4	6	24
Кислотность, °Т	22	26	30	50	24	28	40	58	22	24	52	68
Консистенция готового продукта	Довольно жидкая с небольшим отделением сыворотки				Густая, однородная, отделение сыворотки при нарушении сгустка				Однородная, без отделения сыворотки, вязкая			

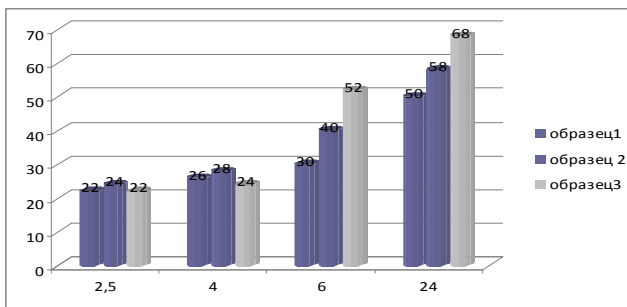


Рис. 2. Нарастание кислотности в процессе сквашивания сметаны

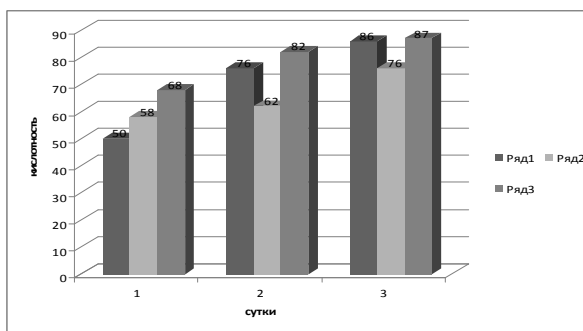


Рис. 3. Изменение титруемой кислотности сметаны в процессе хранения
(Температура хранения 4...6 °С)

В результате лабораторных испытаний предпочтение можно отдать закваске LYOFASТ MO 242, обладающей наименьшей постокислительной активностью. Кислотность в данном образце нарастает медленно, поэтому срок реализации этой сметаны большой.

При оценке биотехнологической активности разных видов заквасок было установлено, что наибольший интерес для дальнейшей работы представляет закваска LYOFASТ MO 242.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : ГИОРД, 2003. – 320 с.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*Д.В. Леонов, П.М. Смолихина**

ОБОГАЩЕНИЕ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ЙОДОМ

В составе ассортимента рынка кондитерских изделий, несмотря на его разнообразие, происходят непрерывные изменения, направленные на реализацию стратегии инновационного развития отрасли. Создание кондитерских изделий функционального назначения – актуальная, многофакторная задача. В соответствии с концепцией продовольственной безопасности РФ реализуются национальные программы по оздоровлению населения, неотъемлемой частью которых являются меры по улучшению структуры питания и качества пищевых продуктов. Сегмент функциональных продуктов питания имеет наибольшую динамику продаж на мировом рынке и, по прогнозам специалистов, они заменят собой до 30 % традиционных лекарственных средств.

Регулярные массовые обследования различных групп населения подтверждают широкое распространение дефицита микронутриентов, оказывающих отрицательное влияние на здоровье, рост и жизнеспособность всей нации.

Особенно неблагоприятно обстоит дело с обеспеченностью йодом, дефицит которого, по обобщенным данным, выявляется у 70...80 % обследуемых людей. Более 50 % субъектов Российской Федерации являются йоддефицитными, 60 % населения нашей страны проживает в регионах с природно-обусловленным дефицитом этого микроэлемента.

В Тамбовской области также наблюдается увеличение йоддефицитных состояний. Недостаточное содержание природного йода в объектах окружающей среды является причиной широкого распространения эндемического зоба, нарушений интеллектуального и физического развития детей и подростков, увеличения частоты патологии среди беременных.

Ситуация природного йоддефицита осложняется ростом относительного дефицита, связанного с низким уровнем потребления йодсодержащих продуктов (рыба и морепродукты, мясные продукты), особенно у населения с низкими доходами.

Одним из направлений профилактики заболеваний, связанных с дефицитом йода, является обогащение продуктов питания массового

* Работа выполнена под руководством директора по качеству ОАО «Кондитерская фирма "ТАКФ"» Н.В. Донских, канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е.В. Пешковой.

потребления. Приоритетным направлением в данной деятельности является обогащение поваренной соли, хлеба и хлебобулочных изделий как продуктов повседневного спроса и являющихся в этом отношении оптимальным средством для достижения данных целей.

В целом по Российской Федерации только около 2500 предприятий выпускает обогащенные пищевые продукты, что составляет 11,6 % от общего числа пищевых предприятий. Наибольшее число их расположено в Красноярском крае, Амурской области и Алтайском крае.

Однако общая доля обогащенных йодом продуктов в настоящее время не превышает 1...2 % потребления. Таким образом, расширение ассортимента обогащенных продуктов, в том числе кондитерских изделий, пользующихся повышенным потребительским спросом и позволяющих охватить широкие слои населения, является актуальной задачей.

Йод является жизненно необходимым микроэлементом и его содержание в организме зависит, главным образом, от того, сколько йода находится в рационе питания. До 80 % йода поступает в организм с пищевыми продуктами растительного и животного происхождения, и лишь небольшая его доля – с водой и воздухом. В пищевых продуктах йод находится в связанном и в несвязанном состоянии – в виде йодидов или йодатов. Известно, что йодиды всасываются в верхнем отделе тонкого кишечника и доставляются в различные органы, в первую очередь, в щитовидную железу. Тиреоидный эпителий обладает свойством активно накапливать йодиды против градиента концентраций. Под влиянием фермента тиреоидпероксидазы йодид включается в основной белок щитовидной железы тиреоглобулин, т.е. «органифицируется». Потребление йода на протяжении жизни человека обычно не превышает 5 г, а общее содержание его в организме составляет 15 – 20 мг, почти половина содержится в щитовидной железе. В течение суток щитовидная железа поглощает около 60 мкг йодида для поддержания адекватного уровня тиреоидных гормонов. Согласно современным представлениям о механизме биотрансформации йода, для удовлетворения потребности организма рекомендованы нормы ежедневного потребления йода для различных возрастных групп (WHO/UNICEF/ ICCIDD, 1996), составляющие от 35 до 200 мкг/сут.

При разработке кондитерских изделий функционального назначения, обогащенных йодом, существует три наиболее важные проблемы.

1. Проектирование рецептур кондитерских изделий, обеспечивающих удовлетворение установленной нормы физиологической потребности организма в микроэлементах.

Требованиями ГОСТ Р 52349–2005 устанавливается, что продуктом функционального назначения является пищевой продукт, предна-

значенный для систематического употребления всеми группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в своем составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов (вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным), а также живых микроорганизмов, обладающих способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении в количествах, составляющих от 10 до 50 % от суточной физиологической потребности.

При этом рекомендуемая суточная порция продукта, которая должна обеспечивать удовлетворение указанных норм физиологической потребности организма, для кондитерских изделий определяется из расчета на 100 ккал и составляет в большинстве случаев 20 – 40 г, что существенно осложняет создание таких продуктов, так как помимо функциональной составляющей кондитерские изделия должны оставаться излюбленным лакомством людей всех возрастов, а соответственно сохранять свои традиционные органолептические характеристики.

2. Поиск физиологически функциональных пищевых ингредиентов – источников йода, степень усвоения микроэлемента из которых будет высока.

Наиболее широкое применение для обогащения массовых сортов пищевых продуктов нашли неорганические препараты йода (йодат, йодид калия и др.), однако до настоящего времени ведутся ожесточенные споры не только об их эффективности, но и безопасности для человеческого организма.

Следующим видом используемых функциональных ингредиентов являются добавки на основе растительного сырья богатых йодом растений (морские водоросли, листья грецкого ореха и др.). Однако содержание микроэлементов в растительном сырье существенно зависит от времени сбора, условий произрастания и обработки, что не позволяет гарантировать заданное содержание йода в готовом продукте. Кроме того, внесение растительных добавок в дозировках, позволяющих удовлетворить 10...50 % суточной физиологической потребности организма человека, может привести к существенному ухудшению органолептических показателей продукта, что значительно ограничивает их применение.

Наиболее перспективным в настоящее время можно считать применение йодированных молочных белков («йод-казеин», «биойод» и

др.), обладающих перспективными технологическими свойствами и высокой степенью усвояемости йода.

Таким образом, внесение йодированных молочных белков в рецептурные композиции кондитерских изделий позволит повысить их пищевую ценность и обеспечить четко выраженную функциональную направленность продукта – профилактика йоддефицитных заболеваний.

3. Выбор базовых объектов (групп кондитерских изделий), на основе которых будут разрабатываться функциональные продукты и обоснование технологических приемов, позволяющих обеспечить высокий уровень качества готовых изделий.

Анализ информационных источников показывает, что для обогащения йодом могут быть использованы следующие массовые виды мучных кондитерских изделий: печенье, крекер и галеты с небольшим содержанием или полным отсутствием сахара; вафельные изделия с начинкой; печенье типа «сэндвич» с начинкой, печенье глазированное.

Из большой группы сахарных кондитерских изделий можно выделить: сбивные конфеты, пастило-мармеладные изделия, тираженный ирис, карамель леденцовую с добавлением молочных продуктов, карамель с начинками и карамель глазированную.

Технологические решения, используемые в каждом конкретном случае, будут зависеть от типа обогащаемого продукта, вида используемого физиологически функционального ингредиента, аппаратурно-технологического оформления процесса производства и т.д.

Таким образом, производство кондитерских изделий, обогащенных микронутриентами и, в частности, йодом, – это серьезное вмешательство в традиционно сложившуюся структуру питания человека, которое требует комплексных исследований на стадии разработки продукта, высокого профессионализма и ответственного отношения производителя к качеству выпускаемой продукции на стадии производства, а также информированности населения о принципах сбалансированного питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жукова, Г.Ф. Биологические свойства йода / Г.Ф. Жукова, С.А. Савчик, С.А. Хотимченко // Микроэлементы в медицине. – 2004. – 5 (1). – С. 7 – 15.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*О.В. Хрулова, М.Ю. Сергеева**

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

Хлеб является одним из основных продуктов питания. Хотя его потребление в последние годы имеет незначительную тенденцию к снижению, хлеб занимает особое место и является важнейшим продуктом питания в рационе человека. Над улучшением качества и повышением пищевой ценности хлеба постоянно работают технологи и ученые. Перспективным направлением в этом вопросе является разработка и применение сбалансированных зерновых и мучных смесей.

Подбор компонентов смесей и их количественное соотношение должны производиться с учетом химического состава для максимально возможного покрытия суточной нормы основных пищевых веществ: белка, дефицитных фракций жирных кислот, микронутриентов, а также доступности компонентов, их стоимости, предпочтений потребителей и других факторов.

Сложность решения рецептурной задачи поликомпонентного продукта заключается в том, что изменение сразу нескольких компонентов может сложным и непредсказуемым образом изменять целевую функцию. Применение современных методов моделирования и компьютерных технологий позволяет сократить значительные временные затраты, а также за короткий промежуток времени рассмотреть большое количество альтернативных вариантов.

Обзор информационных источников позволил сформулировать основные принципы проектирования рецептур хлебобулочных изделий [1]:

1. Содержание белка в хлебе должно быть максимально возможным.
2. Аминокислотный состав белка должен быть максимально сбалансирован.
3. Соотношение фракций жирных кислот в составе липидной компоненты хлеба должно приближаться к соотношению $\text{НЖК} : \text{ПНЖК}\omega-6 : \text{ПНЖК}\omega-3 : \text{МНЖК} = 33,5 : 30,0 : 3,0 : 33,5$ с позиции биологической эффективности.
4. Соотношение основных микронутриентов должно приближаться к оптимальному.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е.В. Пешковой.

С учетом основных принципов проектирования рецептур хлебо-булочных изделий постановка задачи проектирования рецептуры выглядит следующим образом:

Найти соотношение рецептурных компонентов, такое, что

$$\max B$$

при

$$I_6 = \begin{cases} 1 - \left(1 - c_{k_{\min}}\right) \frac{8c_{k_{\min}}}{\sum_{i=1} c_{k_i}}, & 0 \leq c_{k_{\min}} < 1, \quad c_{k_{\min}} > 1; \\ \frac{8c_{k_{\min}}}{\sum_{i=1} c_{k_i}}, & c_{k_{\min}} = 1; \end{cases} \leq I_6^* ;$$

$$I_{\text{л}} = \begin{cases} 1 - \left(1 - c_{k_{\min}}^{\text{жк}}\right) \frac{8c_{k_{\min}}^{\text{жк}}}{\sum_{i=1} c_{k_i}^{\text{жк}}}, & 0 \leq c_{k_{\min}}^{\text{жк}} < 1, \quad c_{k_{\min}}^{\text{жк}} > 1; \\ \frac{8c_{k_{\min}}^{\text{жк}}}{\sum_{i=1} c_{k_i}^{\text{жк}}}, & c_{k_{\min}}^{\text{жк}} = 1; \end{cases} \leq I_{\text{л}}^* , \quad (1)$$

где B – белковая составляющая готового продукта; I_6 , $I_{\text{л}}$ – индексы качества белковой и липидной составляющей; $c_{k_{\min}}$, $c_{k_{\min}}^{\text{жк}}$ – минимальные скорости незаменимых аминокислот белка и жирнокислотных фракций липидов; c_{k_i} , $c_{k_i}^{\text{жк}}$ – скорости i -й незаменимой аминокислоты или фракции жирных кислот относительно физиологической нормы, выраженной в долях единицы.

Для замыкания системы уравнений (1) и определения массовых долей компонентов необходимо дополнить систему уравнением материального баланса:

$$M_{\text{пм}} + M_{\text{др}} + M_{\text{гм}} + M_{\text{лс}} + M_{\text{в}} = 100,00, \quad (2)$$

где M – массовые доли компонентов, индексы: пм – пшеничная мука, др – дрожжи, гм – гречневая мука, лс – льняное семя, в – вода.

Расчет индексов качества белковой и липидной составляющей, а также физиологической ценности для хлеба пшеничного, изготовленного по классической рецептуре, представлен в табл. 1.

Из расчета видно, что пищевая и биологическая ценность хлеба невысока, следовательно, необходимо качественное улучшение липидного и аминокислотного состава. Тем не менее, значения I_b , I_l , полученные для хлеба пшеничного, изготовленного по стандартной рецептуре, можно использовать в качестве ограничений при решении задачи (1) – (2).

Для повышения качества липидов хлеба предлагается внесение в рецептуру дробленого семени льна, богатого полиненасыщенными ω -3 жирными кислотами [1]. Для улучшения индекса качества белка предлагается частичная замена пшеничной муки мукой из гречневой крупы, обладающей высоким содержанием белка (12,6 %) по сравнению с другими зерновыми. Кроме того, гречневая мука отличается наибольшим содержанием витаминов группы В, РР, железа, кальция, фосфора, содержит в большом количестве лецитин и токоферол (витамин Е), обладающие сильными антиоксидантными свойствами [2].

Согласно [1], [2], введение добавок должно соответствовать условию

$$M_{\text{гм}} \leq 50\%(\text{мас.}); \quad M_{\text{лс}} \leq 7\%(\text{мас.}). \quad (3)$$

Решение поставленной задачи (1) – (3) производилось по следующему алгоритму.

Шаг 1. Выбирается начальное приближение соотношения рецептурных компонентов M_0 ; $i = 1$.

Шаг 2. Для каждого компонента j рассчитываются I_b^{ij} , I_l^{ij} .

Шаг 3. Производится расчет I_b^i , I_l^i для всего продукта, а также значения пищевой и физиологической ценности с учетом соотношения рецептурных компонентов M_i .

Шаг 4. Производится однократный просчет задачи оптимизации с учетом выбранного метода, вычисляется M_{i+1} , производится проверка критерия остановки для задачи оптимизации. Если критерий остановки задачи оптимизации выполняется – решение получено, иначе переходим к шагу 5.

Шаг 5. $M_i = M_{i+1}$, $i = i+1$. Переход на шаг 2.

Решение задачи оптимизации при расчете соотношения рецептурных компонентов производили методом последовательного квадратичного программирования.

Результаты решения задачи (1) – (3), а также физиологическая и биологическая ценность обогащенного хлеба представлены в табл. 1.

1. Рецептуры и основные показатели пищевой и физиологической ценности хлебобулочных изделий

	Хлеб пшеничный (контроль)	Хлеб обогащенный
Рецептура		
Мука пшеничная	100	74
Дрожжи	1,1	1,1
Мука гречневая	–	26
Семя льна	–	6,2
Пищевая и энергетическая ценность		
Белки	10,2	12
Жиры	1,6	4,6
Углеводы	64,5	47,7
Пищевые волокна	2,7	6,4
Энергетическая ценность, ккал/100г	313	280
Минеральные вещества		
Кальций	0,33	26,8
Магний	0,594	90,16
Фосфор	7,007	134,43
Витамины		
В1	0,311	0,472
В2	0,11	0,16
РР	1,64	3,43
I_b	0,70	0,79
$I_{л}$	0,78	0,9

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Для повышения пищевой ценности хлеба были предложены функциональные ингредиенты: гречневая мука – источник белка, семя льна – источник липидов.

2. Произведена постановка и разработан алгоритм решения задачи оптимизации соотношения рецептурных компонентов хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

3. Решением задачи (1) – (3) определено соотношение рецептурных компонентов, позволяющих изготовить хлебобулочное изделие с

улучшенным липидным и аминокислотным составом. Новый продукт при сниженной энергетической ценности обогащен пищевыми волокнами (31 % РСП), магнием (24,6 % РСП), фосфором (19,8 % РСП), витаминами группы В (> 46 % РСП) и РР (25 % РСП).

Следует заметить, что для новой рецептуры необходимо осуществить пробную выпечку с целью определения органолептических и физико-химических свойств и возможного ее уточнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсеньева, Л.Ю. Создание хлеба повышенной пищевой ценности / Л.Ю. Арсеньева, Н.А. Арсиненко, М.С. Саливон // Материалы 3-й Всероссийской научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – С. 107 – 112.
2. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии : учебник для вузов / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатов, А.А. Кочеткова [и др.]. – М. : ДеЛи принт, 2009. – 288 с.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 664.144

*А.Д. Рыбкина**

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕДЕНЦОВОЙ КАРАМЕЛИ

Карамель занимает одно из перспективных мест по объему выработки и спросу населения. Широко известны составы леденцовой карамели, содержащие сахар-песок, патоку, кислоту лимонную, эссенцию и красители. Основным и главным недостатком леденцовой карамели является полное отсутствие в ее составе ценных биологически активных веществ, таких как витамины, липиды и т.п., а также добавок, улучшающих вкусовые качества (орехов, фруктово-ягодных сиропов, стуженного молока и т.п.). Леденцовая карамель служит в основном источником простых углеводов. В связи с этим актуальным и перспективным направлением является разработка рецептур и создание технологии производства карамели функционального назначения на основе натуральных биологически активных добавок, а также снижение содержания сахара.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е.В. Пешковой.

Обзор информационных источников позволил выявить, что в последние годы при разработке рецептур карамели функционального назначения наиболее популярными являются приемы по введению заменителей сахара, витаминно-минеральных добавок, минорных компонентов, таких как пищевые волокна и пектин. Введение последних позволяет помимо повышения физиологической ценности карамели увеличивать сроки ее хранения за счет гигроскопичности добавок.

Наиболее физиологичным для организма человека является внесение биологически активных добавок в составе натурального компонента растительного происхождения. Таким нетрадиционным сырьем, применяемым в производстве карамели, являются фруктовые порошки. Использование фруктовых полуфабрикатов позволяет исключить использование искусственных красителей и ароматизаторов, сократить расход сахара, снизить энергоемкость, а также рационально использовать дефицитные виды сырья, разработать целый ряд продуктов детского, диетического и лечебно-профилактического питания.

Для нашего региона наиболее доступным и перспективным сырьем является яблочный порошок. В состав яблочного порошка входят сахара, балластные и пектиновые вещества, микроэлементы и витамины, в том числе аскорбиновая кислота, каротиноиды, органические кислоты. Благодаря наличию пектина и танинов происходит связывание и выведение из организма холестерина, токсинов, радионуклидов, тяжелых металлов. Из минеральных веществ, входящих в состав яблочного порошка, огромное значение для организма человека представляют кальций, калий, железо, фосфор.

Согласно [2], яблочный порошок содержит 76,4 мг/100 г аскорбиновой кислоты, однако ее количество недостаточно, чтобы считать изготавливаемый продукт физиологически полезным по этому показателю. Дополнительное введение аскорбиновой кислоты в количестве, соответствующем 15...20 % от нормы суточного потребления, позволит обогатить продукт данным микронутриентом и перевести его в разряд функциональных.

Одним из обязательных компонентов при производстве карамели являются пищевые кислоты, красители и ароматизаторы, применяемые для улучшения органолептических характеристик и увеличения ассортимента. Из пищевых кислот в производстве карамели используются лимонная, яблочная, виннокаменная. Назначение органических кислот в питании определяется их энергетической ценностью и активным участием в обмене веществ. В частности лимонная кислота наряду с янтарной и фумаровой принимает участие в энергетическом обмене веществ, обладая одинаковой энергетической ценностью. Янтарная кислота оказывает мощнейшее оздоровительное действие, не вызывая

побочных эффектов и привыкания; стимулирует выработку энергии в клетках, усиливает клеточное дыхание, обладает мощным антиоксидантным свойством, усиливает действие лекарств и биологически активных добавок, в том числе аскорбиновой кислоты. Эти свойства янтарной кислоты позволили предположить целесообразность введения ее в рецептуру карамели функционального назначения за счет частичной замены лимонной кислоты.

Добавление яблочного порошка в карамельную массу позволит полностью отказаться от красителей, однако нами было выдвинуто предположение о необходимости введения дополнительных вкусо-ароматических добавок для придания карамели оригинального, ярко выраженного вкуса. Классической вкусовой добавкой к яблочному вкусу является корица. Корица обладает высоким антиоксидантным действием, а также антимикробными свойствами. Таким образом, применение в рецептуре карамели функционального назначения корицы или коричневого экстракта позволит не только получить желаемую вкусовую композицию, но и дополнит воздействие других компонентов.

С учетом проведенного анализа нами была разработана рецептура карамели, обогащенной пищевыми волокнами, аскорбиновой и янтарной кислотами (табл. 1).

Для апробации разработанной рецептуры изготавливались образцы карамели с внесением разработанной композиции биологически активных веществ на различных технологических стадиях.

1. Рецептура карамели леденцовой

Наименование компонента, г	Карамель леденцовая по классической рецептуре	Карамель леденцовая с добавками БАВ
Сахар	685	685
Патока	355	355
Лимонная кислота	5	5
Вкусо-ароматические добавки и красители	3	–
Яблочный порошок	–	25
Аскорбиновая кислота	–	0,25
Янтарная кислота	–	4,7
Корица	–	3
Итого	1045	1077,95

Введение компонентов производилось по следующей схеме: образец № 1 – на стадии проминки вносились яблочный порошок, корица, лимонная и яблочная кислоты, аскорбиновая кислота; образец № 2 – на стадии уваривания вносились яблочный порошок и корица, на стадии проминки – лимонная и янтарные кислоты, аскорбиновая кислота. Из таблицы видно, что наилучший результат показал образец с внесением добавок на стадии проминки.

Основные органолептические характеристики леденцовой карамели функционального назначения: цвет – коричневый, с включениями гранул яблочного порошка и корицы; форма – без деформаций и перекоса; поверхность – сухая, без трещин, с мелкими вкраплениями, слегка шероховатая; вкус и запах – ярко выраженная композиция яблок с корицей. Карамельная масса должна содержать не более 3–4 % влаги, массовая доля редуцирующих веществ – не более 22–23 %.

Пищевая, энергетическая и физиологическая ценности леденцовой карамели функционального назначения приведена в табл. 2.

2. Пищевая, энергетическая и физиологическая ценности классической леденцовой карамели традиционной и леденцовой карамели функционального назначения

Содержание, г/100 г продукта	Классическая карамель	Карамель функционального назначения	% РСП
Белки	–	0,067	0,09
Жиры	0,11	0,11	0,13
Углеводы	96,16	97,7	26,8
Моно- и дисахариды	83,73	85,13	
Пищевые волокна	–	0,53	1,8
Аскорбиновая кислота, мг	–	25,06	35,8
Макроэлементы, в том числе, мг:	74,02	98,97	
Калий	12,35	28,14	0,8
Кальций	10,93	16,7	1,67
Магний	5,3	6,23	1,56
Энергетическая ценность, ккал/г	386,73	394	16,7

В результате работы выявлена необходимость обогащения леденцовой карамели биологически активными добавками, произведен анализ и обоснование применения в составе карамели яблочного порошка, аскорбиновой кислоты, янтарной кислоты и вкусо-ароматической добавки – корицы. Разработана рецептура леденцовой карамели с учетом введения биологически активных добавок, усовершенствована и экспериментально опробована технология производства карамели леденцовой функционального назначения с введением рекомендуемой композиции биологически активных добавок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пилат, Т.Л. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение) / Т.Л. Пилат, А.А. Иванов. – М. : Аввалон, 2002. – 710 с.
2. Перфилова, О.В. Разработка технологии производства овощных и фруктовых порошков для применения их в изготовлении функциональных мучных кондитерских изделий : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 25.12.09 / О.В. Перфилова. – М., 2009. – 26 с.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 621.6.04.001.5

*Е.А. Рябова, Е.П. Ларионова**

К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОГО СМЕШЕНИЯ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВЫСОКОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ ДОЗИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ

В работе [1] предложен способ организации процесса непрерывного приготовления смеси при порционном дозировании отдельных компонентов с использованием принципа управления сегрегированными потоками. Способ предполагает воздействие обратными импульсами на сегрегированный поток, обогащенный компонентами, имеющими высокую неоднородность дозирования, с целью сглаживания пульсации концентрации в потоке смеси. Предложенный способ смешения реализован путем управления сегрегированными потоками в барабанном насадочном аппарате.

Кроме того, в работе [1] предложено уравнение динамики продольного распределения контрольного компонента $c(z, \tau)$ в барабанном аппарате, позволяющее прогнозировать характеристики структуры управляемых сегрегированных потоков:

$$S(z)\rho_n(z)\frac{\partial c_j(z, \tau)}{\partial z} = -\frac{\partial(c_j(z, \tau)(G(z) - G_0(z)))}{\partial z} + \quad (1)$$
$$+ D_{\text{пр}}\frac{\partial}{\partial z}\left(\rho_n(z)S(z)\frac{\partial c_j(z, \tau)}{\partial z}\right) + S(z)(I_{\text{Л}}^- + I_{\text{вЛ}}^+ + I_{\text{в0}}^+),$$

где z – продольная координата, м; $D_{\text{пр}}$ – коэффициент продольного перемешивания, $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$; $S(z)$ – площадь поперечного сечения засыпки материала, м^2 ; ρ_n – насыпная плотность частиц, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$; $G(z)$, $G_0(z)$ – технологический и условный обратный потоки материала, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$; $I_{\text{Л}}^-$, $I_{\text{вЛ}}^+$, $I_{\text{в0}}^+$ – функции источников, определяющих потоки исчерпания и возврата компонента лопастной насадкой и его обратный управляемый сегрегированный поток соответственно, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$; c_j – концентрация контрольного компонента, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$; τ – время, с.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.Н. Долгунина, канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.А. Пронина.

Краевые условия задачи записаны в виде:

$$\begin{cases} \partial c_j / \partial z = 0, \quad z = \overline{0, L}; \\ c_j(0, \tau) = c_{j1} \text{ при } kT < \tau \leq kT + \tau_{\text{доз}}; \\ c_j(0, \tau) = 0 \text{ при } kT + \tau_{\text{доз}} < \tau \leq (k+1)T; \end{cases} \quad (2)$$

$$c_j(z, 0) = 0, \quad (3)$$

где L – длина барабана, м; T – частота (период) ввода доз, с; $\tau_{\text{доз}}$ – продолжительность операции введения доз в рабочий объем аппарата, с; $k = 0, 1, 2, 3, \dots, \infty$.

Экспериментальное и аналитическое исследование [1] характеристик структуры сегрегированных потоков компонентов смеси позволяет сделать вывод о том, что использование предложенного способа организации процесса непрерывного смешивания в барабанном аппарате позволяет повысить качество смеси с уменьшением коэффициента вариации более чем в 40 раз. Однако повышение качества смеси достигается при значительном (почти на порядок) увеличении времени выхода аппарата на стационарный режим.

В настоящей работе представлено дальнейшее развитие предложенного способа организации процесса за счет улучшения его динамических характеристик. В связи с этим неблагоприятная динамика объясняется длительностью накапливания буферной массы порционно дозируемого компонента в аппарате.

Такая гипотеза подтверждается результатами исследования динамики распределения контрольного компонента $c_j(z, \tau)$ по длине барабана. Исследование выполнено методом математического моделирования на примере приготовления смеси трудно смешиваемых гранул полипропилена и керамзита с порционным микродозированием последнего. Установлено, что в период выхода процесса на стационарный режим происходит постепенное увеличение задержки контрольного компонента в барабане с накоплением его буферной массы. При этом в стационарных условиях средняя концентрация буферной массы компонента в рабочем объеме превышает его номинальную концентрацию в смеси более чем в два раза (рис. 1).

С целью улучшения динамических характеристик предлагаемого способа организации процесса проведена его модернизация. Сущность модернизации заключается в том, что для уменьшения периода выхода аппарата на стационарный режим предлагается размещение в головной части барабана буферной массы порционно дозируемого компонента.

Найденную массу (задержку) контрольного компонента в аппарате некоторым образом распределяют в головной части барабана. В соответствии с этим задаются начальные условия, которые должны выполняться при организации процесса смешения при порционном дозировании одного из компонентов.

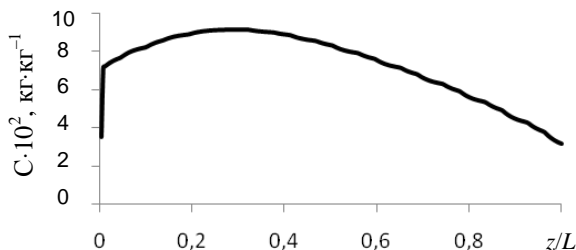


Рис. 1. Распределение концентрации порционно дозируемого компонента вдоль оси барабана в стационарных условиях

В результате моделирования динамики процесса смешения с различными вариантами распределения массы буфера установлено, что наиболее рациональным является его начальное распределение в головной части аппарата на участке, длина которого составляет четверть длины барабана.

Сравнение результатов исследования, представленных на рис. 2, *a* в виде кривых 1, 2 и 3, свидетельствует, что предлагаемая модернизация позволяет почти на порядок уменьшить период выхода процесса на стационарную фазу его протекания и тем самым приблизиться по этому показателю к варианту организации процесса без управления сегрегированными потоками.

Одним из примеров реализации предложенного способа организации процесса смешения при порционном дозировании отдельных компонентов может быть его использование в производстве комбинированных продуктов питания. В частности, таким производством является приготовление различного рода мюсли. Типовыми компонентами мюсли являются хлопья злаковых культур, сушеные фрукты, орехи, цукаты. Смесь названных компонентов отличается высокой склонностью к сегрегации. С учетом того, что некоторые из компонентов мюсли вводятся в небольших дозах и их непрерывное дозирование технически сложно организовать, приготовление соответствующих смесей в непрерывном режиме представляет достаточно сложную технологическую задачу.

В настоящей работе проведено исследование технологических возможностей организации непрерывного процесса приготовления мюсли на основе хлопьев злаковых культур (овса, ячменя, пшеницы и ржи), включающих в свой состав кукурузные хлопья. Как показывает практика, смесь таких хлопьев сильно сегрегирует, поскольку хлопья кукурузы отличаются от хлопьев остальных злаков большими размерами и малой плотностью.

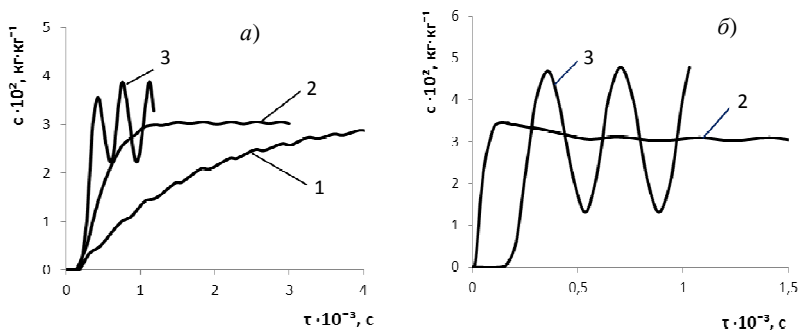


Рис. 2. Моделирование динамики процесса непрерывного приготовления модельных материалов (а) и хлопьев злаковых культур и кукурузы (б) с управлением (1), (2) и без управления (3) сегрегированными потоками: 1 – без использования буферной массы; 2 – с использованием буферной массы порционно дозируемого компонента

Исследование проведено методом математического моделирования. При этом коэффициент истощения порционно дозируемого компонента (хлопьев кукурузы) определен экспериментально по методике, изложенной в работе [1].

На рисунке 2, б приведены результаты моделирования динамики изменения концентрации смеси в период выхода аппарата на стационарный режим для вариантов организации процесса без управления сегрегированными потоками (кривая 3), при воздействии обратными импульсами на поток, обогащенный микрокомпонентом (кривая 2). Порционная подготовка доз смоделирована для периода ввода дозы $T = 350$ с, продолжительность операции ввода дозы $\tau_d = 3$ с.

Результаты исследования свидетельствуют, что предлагаемое техническое решение позволяет почти на два порядка уменьшить вариацию состава смеси практически без изменения периода выхода аппарата на стационарный режим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Организация процесса смешения путем управления сегрегированными потоками зернистых материалов / В.Н. Долгунин, Ю.В. Шарый, И.А. Лебедеко, О.В. Юмашева // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17, № 2. – С. 388 – 396.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

**К РАСЧЕТУ МАССОПЕРЕНОСА В НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗЕ
С УЧЕТОМ СТЕПЕНИ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ**

В соответствии с технологией получения полимеров во многих случаях осуществляется их сушка от жидкостей, являющихся активными растворителями по отношению к твердой фазе (типичным примером может служить сушка нитроцеллюлозы от этилового спирта).

При производстве нитроцеллюлозы лимитирующей стадией является сушка. Поэтому требуется комплексное изучение системы «нитроцеллюлоза – этиловый спирт» с позиции теории сушки. Разработка оборудования, способа сушки и инженерной методики расчета технологического процесса сдерживается отсутствием данных о свойствах нитроцеллюлозы как объекта сушки. С целью идентификации структуры нитроцеллюлозы и его состояния изучили степень кристалличности.

Исследования проводили на промышленных образцах нитроцеллюлозы, представляющих собой механическую смесь $C_{24}H_{31}O_{11}(NO_3)_9$, $C_{24}H_{32}O_{12}(NO_3)_9$ и $C_{29}H_{33}O_{13}(NO_3)_7$, массовая доля которых составляет 70...74 %, камфоры (20...30 %) с добавками желатинирующих веществ и красителя.

Степень кристалличности изучали микроскопическим методом и методом измерения микротвердости по сечению образца. Установлено, что в процессах механического формования полимеров могут возникать на поверхности полимера уплотненные слои по типу наклепа в металлах. По-видимому, наличие этих слоев с измененными структурными свойствами может являться одной из причин, обуславливающих диффузионную аномальность.

С целью выяснения наличия указанного слоя, последующего учета его влияния в кинетическом расчете процесса сушки были проведены микроскопические исследования. Их осуществляли на сколах пластин влажной и сухой пластифицированной нитроцеллюлозы. В образец предварительно вводили концентратор напряжений в виде царапины и погружали его в жидкий азот. По месту царапины образовывался равномерный скол. Поверхность скола рассматривали и фотографировали при 180-кратном увеличении на площади $(0,14 \times 0,20) \cdot 10^{-3}$ м в отраженном свете под микроскопом МБИ-11, оборудованным фотокамерой.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.М. Климова.

Микрофотографии структуры пластифицированной нитроцеллюлоз, увеличенные в 600 раз, показывают, что структура влажной и сухой пластифицированной нитроцеллюлозы состоит из двух фаз: «темной» и «светлой», соответственно аморфной и кристаллической. На общем фоне выделяются наиболее четкие темные пятна. Они представляют собой замкнутые поры. Миграция через стенки этих пор происходит по механизму молекулярной диффузии. Наиболее вероятно, что миграция растворителя протекает через матрицы макромолекул в наиболее рыхло упакованных зонах пластифицированной нитроцеллюлозы, в основном по границам фаз кристаллической и аморфной.

Методика определения степени кристалличности полимера при разных влажностях состояла в следующем.

При вышеназванном увеличении были сделаны фотографии структуры полимера во взаимно перпендикулярных плоскостях. По идентичности полученных фотографий подтвердили изотропность его структуры. Планиметрическим методом были вычислены площади темной – аморфной фазы и светлой – кристаллической фазы. Отношение фазы каждой из этих площадей к площади полного отпечатка есть не что иное как степень кристалличности или аморфности соответственно.

Было найдено, что в исследованной области температур (303 – 328 К) и влагосодержаний (0,01...0,12 кг/кг сухого материала) температурная зависимость коэффициента диффузии этилового спирта в нитроцеллюлозе подчиняется закону Аррениуса.

$$D_e = D_\infty \exp\left[-\frac{E_D}{RT}\right].$$

Предложены уравнения [1], позволяющее прогнозировать значение коэффициента диффузии при сушке непористых полимеров, находящихся в высокоэластическом состоянии ($T > T_{ст}$), по одному параметру – объемной доле аморфной фазы $\epsilon_{ам}$.

$$D_e = D_\infty \exp\left[-\frac{E_D}{RT}\right], \quad (1)$$

где

$$D_\infty = e^{-\left(11\epsilon_{ам} + 0,92 \frac{\bar{\epsilon}}{c_{мл}}\right)}, \quad (2)$$

$$E_D = 78 \cdot 10^{-3} (1 - 0,475\epsilon_{ам}) \left(1 - 0,16 \frac{\bar{c}}{c_{мл}}\right). \quad (3)$$

1. Расчетные значения эффективного коэффициента диффузии

$U \cdot 10^2$, кг/кг	1	2	4	6	8
χ	0,78	0,7	0,6	0,55	0,5
$D_{э, \text{расч}}$ $T = 303\text{K};$ $u_{\text{м.г.}} = 0,17 \text{ кг/кг}$	$9,93 \cdot 10^{-14}$	$1,79 \cdot 10^{-13}$	$3,26 \cdot 10^{-13}$	$5,3 \cdot 10^{-13}$	$9,89 \cdot 10^{-13}$
$D_{э, \text{расч}}$ $T = 313 \text{K};$ $u_{\text{м.г.}} = 0,13 \text{ кг/кг}$	$2,54 \cdot 10^{-13}$	$4,14 \cdot 10^{-13}$	$9,44 \cdot 10^{-13}$	$1,53 \cdot 10^{-12}$	$2,59 \cdot 10^{-12}$
$D_{э, \text{расч}}$ $T = 328 \text{K};$ $u_{\text{м.г.}} = 0,07 \text{ кг/кг}$	$1,05 \cdot 10^{-12}$	$1,91 \cdot 10^{-12}$	$5,05 \cdot 10^{-12}$	$1,19 \cdot 10^{-11}$	$2,55 \cdot 10^{-11}$

Уравнения имеют вполне определенный физический смысл, несут полуэмпирический характер и требуют минимальной информации о структуре полимера и его сорбционных свойствах.

В таблице 1 представлены результаты расчетов эффективного коэффициента диффузии $D_{э}$ в твердой фазе при сушке нитроцеллюлозы от этилового спирта в зависимости от концентрации распределяемого вещества в твердой фазе.

Проведенный анализ показывает, что в ряде случаев аномальная диффузия в полимерах с достаточной для практики точностью может быть описана на основе классического нелинейного дифференциального уравнения диффузии Фика. Учет влияния степени кристалличности в расчете коэффициента диффузии по зависимостям (1) – (3) и проведенные расчеты показывают, что расчетные значения коэффициента диффузии расходятся со значениями коэффициента, определенными опытным путем [2]. Расхождения при одинаковых температурных условиях составляют $\pm 15\%$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рудобашта, С.П. Диффузия в химико-технологических процессах / С.П. Рудобашта, Э.М. Карташов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : КолосС, 2010. – 478 с.
2. Климов, А.М. Исследование кинетических закономерностей в процессе сушки полимера от органического растворителя : дис. ... канд. техн. наук / А.М. Климов. – М. : МИХМ, 1980.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*Д.Г. Брыксин, С.В. Куртаков**

КОНСТРУКТИВНАЯ РАЗРАБОТКА АППАРАТА ВИХРЕВОГО СЛОЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Целью работы является модернизация аппаратного оформления стадий метанолиза при производстве биодизельного топлива из растительного (возобновляемого) сырья. Схема производства представлена на рис. 1. На стадии получения спиртового раствора алкоголята калия происходит смешение метилового спирта с щелочным катализатором.

На стадии органического синтеза после завершения растворения катализатора в метаноле спиртовой раствор алкоголята калия подается в аппарат вихревого слоя, куда также подается растительное масло. Реакция метанолиза протекает в аппарате вихревого слоя в течение нескольких секунд.

На следующей стадии продукты синтеза подаются в сепаратор для отделения глицерина, количество которого обычно составляет порядка 10 % реакционной смеси.

На стадии приготовления промывной воды осуществляется подкисление воды лимонной кислотой.

На следующей стадии промывная вода подается в аппарат для промывки, где проходя через биодизельное топливо захватывает отработанный катализатор. При этом также вымывается непрореагировавший избыток метанола.

На стадии удаления воды сепарацией промытый биодизель подается в сепаратор, где происходит отделение связанной воды, а также мелкодисперсных механических примесей.

Далее очищенное биодизельное топливо смешивается с традиционным дизельным топливом, что позволяет получать необходимую смесь с заданным соотношением.

Традиционно процесс метанолиза осуществляется в реакторе емкостного типа с мешалкой в течение 80 минут [1]. Недостатками данного подхода являются длительное время реакции и низкий выход (75 %), вызванные недостаточно интенсивным перемешиванием реакционных сред [2]. Для устранения указанных недостатков предлагается заменить емкостной реактор периодического действия на аппарат вихревого слоя непрерывного действия.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Д.С. Дворецкого.

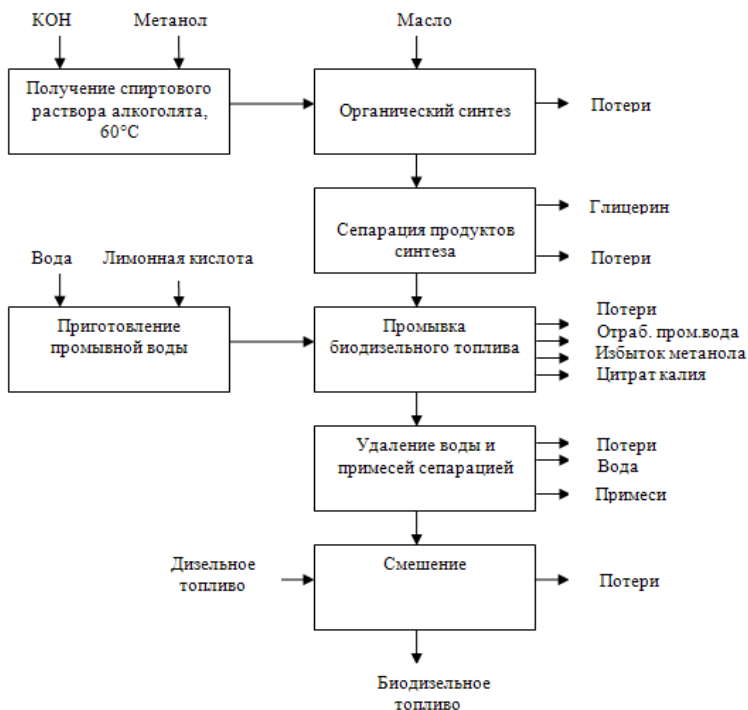


Рис. 1. Эскизная схема производства биодизельного топлива

Схема предлагаемого устройства представлена на рис. 2. В корпусе аппарата 1 расположена реакционная камера 2 с индукционными обмотками 3. Реакционная камера 2 заполнена ферромагнитными частицами 4. Аппарат работает следующим образом. Через верхний центральный штуцер 5 в реакционную камеру 2 поступает смесь растительного масла и алкоголята (метанол + катализатор). В реакционной камере осуществляется реакция переэтерификации и этерификации растительного масла и жирных кислот со спиртом (метанолом). В результате образуется смесь сложных эфиров метанола с жирными кислотами и глицерина, которая выводится из реакционной камеры через нижний центральный штуцер 6. Охлаждение реакционной камеры осуществляется посредством заполнения кольцевой полости 7 маслом, подаваемым через штуцер 8 и отводимым через штуцер 9.

Важным условием обеспечения эффективности работы вихревого слоя, а, следовательно, и аппарата в целом является однородность магнитного поля в сечении, нормальном к оси индуктора.

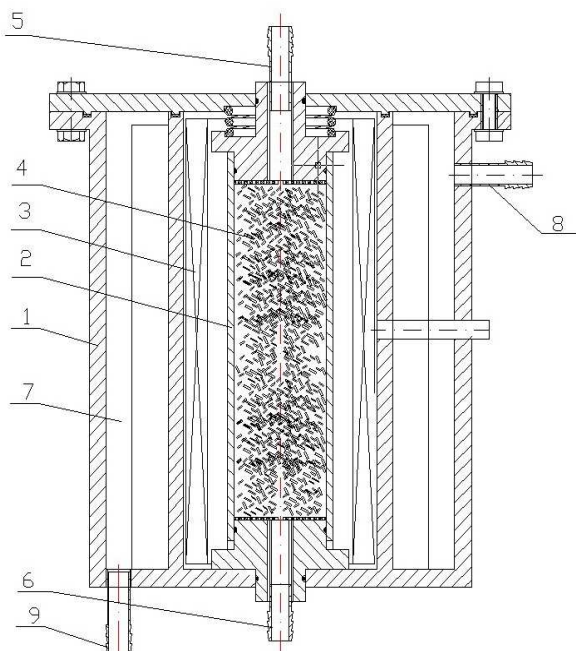


Рис. 2. Схема аппарата с вихревым слоем

В таком поле ферромагнитные частицы, вращающиеся с переменной угловой скоростью, равномерно распределяются по всему объему рабочей зоны, что исключает проскок непрореагировавших веществ при непрерывном осуществлении технологического процесса.

В отличие от традиционных реакторов, аппарат с вихревым слоем ферромагнитных частиц имеет следующие преимущества: обеспечивает получение биотоплива в непрерывном режиме, длительность основной реакции составляет 2,5...3 секунды, соответственно, удельная производительность аппарата с единицы объема повышается в 4 раза. Кроме того, выход готового биотоплива составляет 98,5 %. Также следует отметить, что использование аппарата с вихревым слоем позволит снизить энергозатраты (в 1,5 раза) при производстве биотоплива, которые необходимы для нагрева и перемешивания реакционной смеси.

Был проведен сравнительный анализ традиционного реактора емкостного типа и предлагаемого аппарата. Результаты анализа представлены в табл. 1.

1. Сравнительные характеристики аппаратов

	Реактор емкостного типа	Аппарат с вихревым слоем
Производительность, кг	1000	1000
Выход готового продукта, %	75	98,5
Время синтеза, мин	80	20
Энергопотребление, кВт на 1000 кг продукта	35	22

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Получение биодизельного топлива: современные тенденции, проблемы и пути их решения / С.А. Нагорнов, С.И. Дворецкий, С.В. Романцова, К.С. Малахов, И.А. Рязанцева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2009. – № 10 (24). – С. 55 – 60.

2. Девянин, С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С.Н. Девянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. – М. : Издательский центр ФГОУ ВПО МГАУ, 2007. – 340 с.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 504.06.004.8

*З.А. Садкина**

О ПРОБЛЕМАХ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК

Одна из самых главных проблем нашего времени – решение задач, связанных с утилизацией отходов. Строятся мегаполисы, стремительно идет развитие промышленности, ежегодно возрастает потребление товаров и услуг, и, как следствие, свалки промышленных и бытовых отходов растут угрожающими темпами. Сегодня, действительно, значимую угрозу для экологии Земли представляют сложно утилизируемые, иногда токсичные отходы промышленности. Особое внимание вызывает переработка покрышек, которые вышли из эксплуатации, так как они являются практически самыми объемными полимер-

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Г.Г. Серебrenникова.

ными отходами. Сейчас автомобильные покрышки и шины становятся одним из самых распространенных видов резинового мусора. А если учесть, что покрышки с шинами используются очень широко во всех странах мира и объемы их применения увеличиваются вместе с ростом как грузового, так и автомобильного транспорта на планете, то становится понятно, что на данный момент автомобильные покрышки с шинами все более загрязняют планету.

Переработка покрышек требует постоянства, на то есть свои причины. Как известно, отработанные покрышки – это источник загрязнения окружающей среды, к тому же длительный. Если переработка покрышек осуществляется несвоевременно, снижается уровень санитарного благополучия территории страны. Кучи покрышек – отличное пристанище для полчища грызунов, которые в свою очередь являются источником различных инфекций. По этим причинам сегодня очень актуальна утилизация и переработка покрышек.

Использованные покрышки годами накапливаются на свалках, захламляют территории гаражей, мастерских, свалок. Понадобится более сотни лет для полного разложения просто выброшенной покрышки. И все это время она будет источать в атмосферу, почву, воду вредные вещества. Проблема переработки покрышек как никогда стоит остро.

Новые технологии позволяют реставрировать часть использованных покрышек. Такие покрышки от новых отличаются только сроком службы и гарантийным сроком, а качество у них одинаковое, что обеспечивает безопасность езды.

Сегодня есть много способов переработки покрышек: сжигание, пиролиз и др. Но главное не в уменьшении количества, объема и веса покрышек, а во вторичном сырье, которое можно с успехом использовать в дальнейшем. Металлический корт отправляется на переплавку – свалка не захламляется металлическим мусором. Переработка покрышек путем пиролиза позволяет получить газ, на котором работают котельные, печи, сжигающие мусор. Используются и синтетические смолы, пепел и резиновая крошка, остающиеся после процесса переработки вторичного сырья.

Переработка покрышек позволяет получить новые автомобильные покрышки, специальные покрытия для крыш, резинотехнические изделия, подрельсовые прокладки и железнодорожные шпалы, комплектующие инвалидного оборудования. Материалы, полученные путем переработки шин, применяются при устройстве дорожных покрытий, футбольных полей, детских площадок и теннисных кортов. Из резиновой крошки делают декоративную плитку. Методом пиролиза получают мазут.

Сейчас в мире продолжаются интенсивные поиски утилизации покрышек с минимальными затратами. Во многих странах патентуют

ся изготавливаемые из покрышек заградительные дамбы, селезащитные сооружения, мосты, искусственные рифы для обитания морских животных, покрытия дорог, берегов, откосов и многое другое. Однако количество отработавших свой срок автомобильных покрышек из года в год растет в геометрической прогрессии, а их «приспособление» не успевает за такими масштабами проблемы. Не пора ли начать активно использовать старые автомобильные шины в строительстве? Ведь утилизированные покрышки можно с успехом использовать на возведении несложных сооружений, на это требуется немного времени и минимум усилий.

Дорожка выкладывается из покрышек от грузовиков, уложенных плашмя на грунт цепью, на ее склонах же покрышки размещены друг на друге в виде ступенек, причем для устранения подвижности покрышек в их осевые отверстия и снаружи частично подсыпан грунт (рис. 1).

При хождении по таким амортизирующим опорам не перегружаются суставы, как это происходит при бетонных ступеньках и асфальте, рельефная поверхность покрышек обеспечивает надежное сцепление с обувью.

Сборно-разборная стена представляет из себя раму из свинченных болтами и гайками металлических труб, у рамы между стойками привинчены 4 пары параллельных поперечин с насаженными на них рядами отработанных покрышек от легкового транспорта. (Заметим, что расстояние между поперечинами равно внутреннему диаметру колец покрышек.) «Складки» между смежными покрышками несложно заделать наклейкой на них полос резиновой ленты, взятой все от тех же колес (рис. 2).

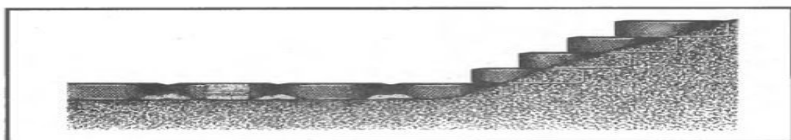


Рис. 1. Дорожка из покрышек

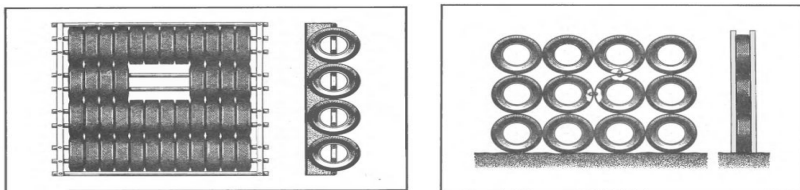


Рис. 2. Сборно-разборные стены из покрышек

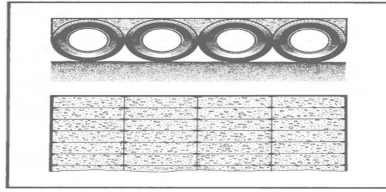


Рис. 3. Фундамент из покрышек

После закрепления стены на фундаменте ее сторону, обращенную внутрь помещения, выравнивают, заливая раствор в опалубку. Наружную же сторону стены рекомендуем разрисовать под стволы мощных деревьев.

Такая стена имеет высоту 240 см, толщина ее 60 мм, что обеспечивает стене высокие теплоизоляционные свойства.

Еще один вариант создания стены из покрышек. Она состоит из каркаса, в котором покрышки от грузовиков свинчены между собой болтами с гайками. Наружную сторону каркаса обшивают деревянными щитами, а внутреннюю покрывают древесно-стружечными плитами.

Высота такой стены более 300 см при толщине около 40 см, она обладает также высокими теплоизоляционными свойствами; при этом еще оказывается и сейсмоустойчивой.

Из отработавших покрышек можно соорудить отличный фундамент для небольшого домика (рис. 3). В зависимости от свойств грунта (поверх него или в небольшом котловане) устанавливают вертикально несколько рядов покрышек от грузовиков. Сначала покрышки скрепляют между собой разогретым битумом или тросами, затем в углублении между их смежными рядами заливают раствор бетона и выравнивают поверхность.

Преимуществами такого быстровозводимого фундамента являются высокая прочность, сейсмо- и гидростойкость. Однако под ним нет погреба, который при желании можно соорудить поблизости.

Небольшой наземный погреб (рис. 4) изготовлен из 5–7 тракторных покрышек, из которых ножовкой выпилены боковины. Покрышки установлены вертикально в ряд и скреплены между собой битумом, а сверху присыпаны грунтом. Желательно, конечно, дно погреба забетонировать. Длина такого погреба 2–3 м, высота около 110 см, чего вполне достаточно для работы в нем, правда, согнувшись [1].

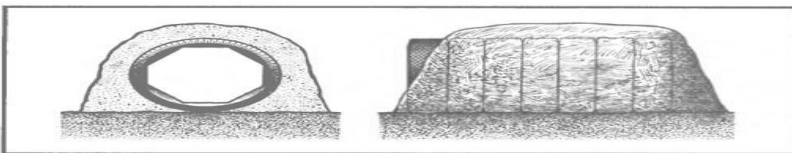


Рис. 4. Надземный погреб из покрышек

Таким образом, без особых помех и с минимальными затратами средств и усилий можно быстро построить на усадьбе или на даче многие необходимые сооружения, используя покрышки в качестве стройматериалов, при этом возведенные постройки оказываются надежными, долговечными, удобными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арустамов, Э.А. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов. – М., 2003. – С. 47 – 49.
2. Денисов, В.Н. Проблемы экологизации автомобильного транспорта / В.Н. Денисов, В.А. Роголев. – М., 2002. – С. 123 – 135.

Кафедра «Менеджмент» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 66.021.1

И.В. Ерошин, С.В. Гагулин, Д.В. Кириллов, Ю.В. Шарый*

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССОВ НЕПРЕРЫВНОГО СМЕШЕНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОРЦИОННОМ МИКРОДОЗИРОВАНИИ ОДНОГО ИЗ КОМПОНЕНТОВ

Приготовление смесей из компонентов с высокой склонностью к сегрегации (лат. segregatio – отделение) представляет собой достаточно сложную технологическую проблему. Эта проблема значительно усложняется, если существует необходимость приготовления смесей в непрерывном режиме при микродозировании одного из компонентов смеси, имеющего высокую склонность к сегрегации.

Для решения такого рода технологических задач хорошо зарекомендовал себя принцип организации процесса с управлением сегрегированными потоками в барабанном насадочном аппарате. Барабанный аппарат с управляемыми сегрегированными потоками позволяет наиболее рационально использовать эффекты сегрегации, возникающие в сдвиговых потоках зернистых материалов, как для разделения смесей, так и для получения качественных смесей.

Ранее, в работе [1], было проведено комплексное исследование характеристик структуры сегрегированных потоков смеси в процессе непрерывного ее приготовления при порционном микродозировании одного из компонентов путем воздействия на сегрегированные потоки

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.Н. Долгунина.

частиц в рабочем объеме барабанного смесителя с подъемными лопастями. Также было разработано математическое описание процесса непрерывного приготовления смеси при порционном микродозировании одного из компонентов, позволяющее прогнозировать динамику изменения концентрации смеси при различных параметрах порционного микродозирования.

Исследование проведено с использованием экспериментальной установки (рис. 1) с вращающимся барабаном. На внутренней поверхности барабана закреплены подъемные Г-образные лопасти, а в его центральной части размещена насадка, управляющая сегрегированными потоками, выполненная в виде двух рядов воронок с наклонными течками. Течки закреплены на воронках с возможностью поворота вокруг их вертикальной оси для изменения величины и направления импульсов, сообщаемых сегрегированным потокам падающих частиц.

В качестве модельного материала были использованы гранулы полипропилена (основной материал) (фракция + 3,0 – 4,0 мм) и керамзита (микродобавка) (фракция + 4,0 – 5,0 мм). Выбор модельного материала обусловлен тем, что в таком сочетании свойств частиц (крупных и менее плотных частиц керамзита с мелкими и более плотными частицами полипропилена) чрезвычайно осложняется процесс приготовления их смеси.

Полученные результаты свидетельствуют, что использование принципа управления сегрегированными потоками для организации процесса непрерывного смешивания при порционном микродозировании одного из компонентов позволяет повысить качество смеси с уменьшением коэффициента вариации более чем в 40 раз.

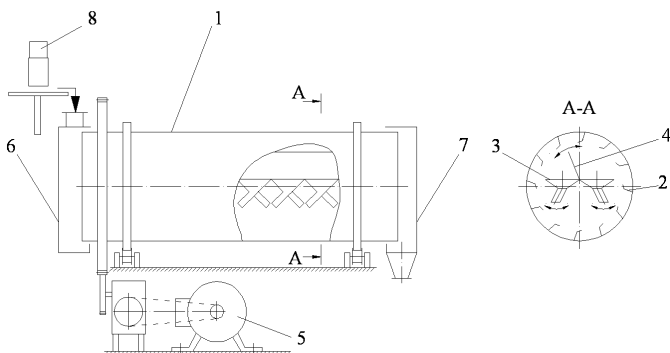


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

1 – барабан; 2 – насадка периферийная; 3 – насадка, управляющая сегрегированными потоками; 4 – пластина поворотная; 5 – привод; 6, 7 – загрузочная и разгрузочная камеры; 8 – дозатор

Однако повышение качества смеси достигается при значительном увеличении времени выхода аппарата на стационарный режим, что объясняется длительностью процесса накопления буферной массы порционно дозируемого компонента в головной части аппарата [1]. Очевидно, что для устранения этого недостатка необходимо ускорить процесс формирования названной массы компонента в аппарате.

С целью улучшения динамических характеристик предлагаемого оборудования в настоящей работе проведена его модернизация. Сущность модернизации заключается в том, что для уменьшения периода выхода аппарата на стационарный режим предлагается размещение в головной части барабана буферной массы «микрокомпонента». Массу буфера при этом целесообразно определять по результатам моделирования распределения концентрации микрокомпонента вдоль оси барабана в стационарных условиях протекания процесса смешения.

Для этого на основе распределения вычисляют массу контрольного компонента (задержку) в аппарате и некоторым образом распределяют ее в головной части барабана. С этой целью по результатам проведенного математического моделирования динамики процесса смешения керамзита и полипропилена получено распределение целевого компонента (керамзита) в стационарных условиях (рис. 2) и на его основе вычислена масса буфера в аппарате.

В соответствии с этим формулируются начальные условия, которые должны выполняться при организации процесса смешения при порционном микродозировании одного из компонентов:

$$\begin{cases} c_j(z, 0) = c_{j0} & \text{при } 0 < z < z_1; \\ c_j(z, 0) = 0 & \text{при } z_1 \leq z, \end{cases} \quad (1)$$

где $c_j(z, \tau)$ – концентрация контрольного компонента в засыпке барабана, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$; c_{j0} – концентрация контрольного компонента на отклоняющих элементах насадки, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$; τ – время, с; z – декартова координата вдоль оси барабана, м; z_1 – граница буфера, м.

Эффективность модернизированного технического решения по организации процесса смешения исследована методом математического моделирования на базе уравнения динамики распределения контрольного компонента в аппарате с управляемыми сегрегированными потоками [1] с граничными и начальными условиями (1). В результате моделирования с различными вариантами распределения массы буфера определены начальные условия, обеспечивающие минимальное время выхода аппарата на стационарный режим:

$$\begin{cases} c_j(z/L, 0) = 0,02 & \text{при } 0 < z/L < 0,25; \\ c_j(z/L, 0) = 0 & \text{при } 0,25 < z/L, \end{cases} \quad (2)$$

где L – длина барабана, м.

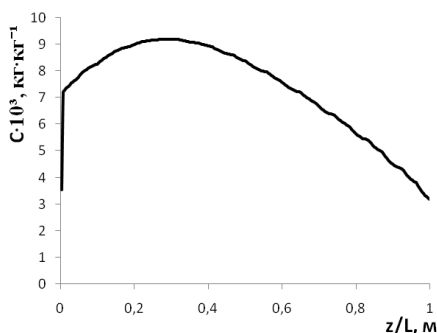


Рис. 2. Результаты моделирования распределения концентрации микрокомпонента вдоль оси барабана в стационарных условиях процесса смешения

Результаты моделирования процесса приготовления смеси при порционном микродозировании одного из компонентов без использования буферной массы приведены на рис. 3, *а*, а результаты моделирования с размещением буферной массы материала в головной части аппарата в соответствии с начальными условиями (2) приведены на рис. 3, *б*.

Сравнение результатов исследования, представленных на рис. 3, *а*, *б*, свидетельствует, что предлагаемая модернизация позволяет уменьшить период выхода на стационарный режим более чем в 5 раз.

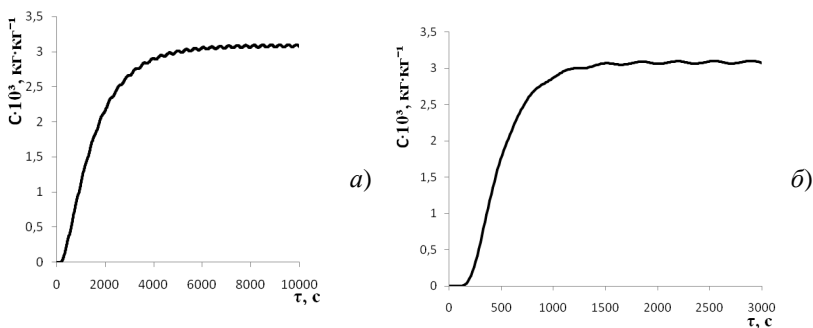


Рис. 3. Моделирование процесса непрерывного приготовления смеси при порционном микродозировании одного из компонентов с управлением сегрегированными потоками:
а – без использования буферной массы;
б – с использованием буферной массы микрокомпонента

Таким образом, результаты исследований позволяют сделать вывод о высокой эффективности предложенного технического решения по организации процесса непрерывного смешения при порционном микродозировании одного из компонентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Организация процесса смешения путем управления сегрегированными потоками зернистых материалов / В.Н. Долгунин, Ю.В. Шарый, И.А. Лебедеенко, О.В. Юмашева // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17, № 2. – С. 388 – 396.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 661.183.6;662.758.2

*С.В. Неизвестная**

ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ МЕЗОФАЗНЫХ МЕЗОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССАХ ПОЛУЧЕНИЯ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ

Одними из наиболее эффективных гетерогенных катализаторов процесса получения биодизельного топлива из растительного масложирового сырья являются мезопористые мезофазные силикатные материалы структурных типов MCM-41, MCM-48 и SBA-15. Так, катализатор на основе импрегнированного гетерополикислотой MCM-41 обеспечивает 99 %-ный выход продуктов реакции при продолжительности взаимодействия 45 минут, температуре 55 °С и мольном отношении масло : метанол 1 : 5,3, при этом расход катализатора составляет 0,2 % мас. от массы реакционной смеси [1]. Однако промышленное применение подобных материалов сдерживается в настоящий момент их высокой себестоимостью производства, связанного с продолжительным (до нескольких суток) гидротермальным синтезом при повышенных температурах.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.А. Ермакова.

Ранее в нашей работе [2] была показана возможность получения мезопористых мезофазных силикатных и алюмосиликатных материалов в мягких условиях (атмосферное давление, температура 25 – 85 °С). Дополнительным достоинством предлагаемого способа является возможность получения мезопористых материалов в виде макрообъектов – блочных изделий с высокопористой ячеистой макроструктурой (ВПЯМ). Способ получения таких блочных изделий основан на комбинировании процесса темплатного синтеза мезопористого мезофазного материала с процессом дублирования ВПЯМ структуры пенополиуретана (ППУ). Формальная схема процесса представлена на рис. 1. Первоначально проводится подготовка дублируемой матрицы ППУ с целью повышения ее сродства к мезофазным растворам на основе силикатов и алюмосиликатов, а также удаления возможных перепонок в матрице ППУ. Синтезируется ПАВ, используемый для получения мезофазы, например, на основе системы полиэтиленоксид (ПЭО) – стеариновая кислота.

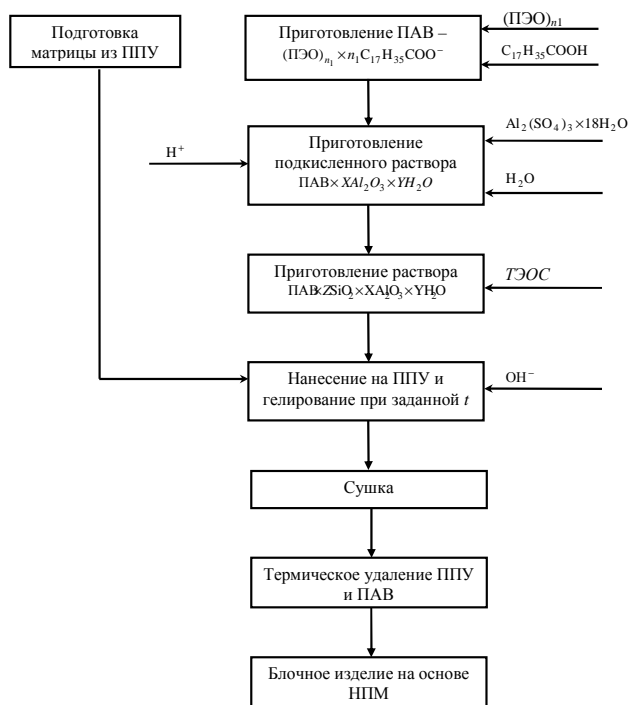


Рис. 1. Формальная схема процесса синтеза блочных изделий на основе мезопористых мезофазных силикатных и алюмосиликатных материалов

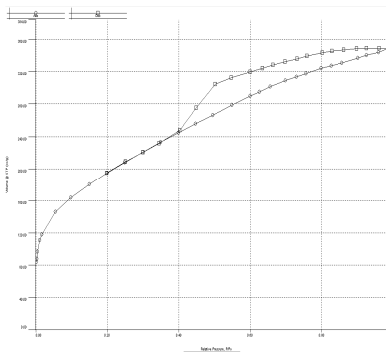


Рис. 4. Изотермы адсорбции – десорбции паров азота при температуре $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ на образце синтезированного блочного изделия на основе нанопериодических мезофазных материалов

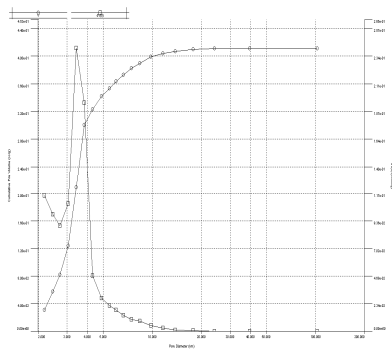


Рис. 5. Дифференциальные и интегральные кривые распределения пор по размерам, полученные исходя из десорбционной ветви изотермы адсорбции паров азота. Расчет осуществлен по модели ВЈН

Использование блочных изделий с ВПЈМ структурой на основе мезофазных мезопористых материалов в процессе получения биотоплива с использованием СВЧ-излучения позволяет сократить время реакции с 30 – 45 минут до 6 минут и получить выход 98,6 %. Таким образом, значительно снижается себестоимость биодизельного топлива и стоимость тех процессов, в которых оно используется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Transesterification of Vegetable Oil to Biodiesel using a Heteropolyacid Solid Catalyst / F. Chai, F. Cao, F. Zhai, Y. Chen, X. Wang, Z. Su // *Advanced Synthesis & Catalysis*. – 2007. – 349. – P. 1057 – 1065.
2. Ермаков, А.А. Прочностные свойства блочных изделий с высокопористой ячеистой макроструктурой, синтезированных на основе нанопериодических силикатных и алюмосиликатных материалов / А.А. Ермаков, С.В. Неизвестная // *Вестник Тамбовского государственного технического университета*. – 2011. – Т. 17, № 2. – С. 535 – 541.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*А.В. Эктов, А.А. Логачева, А.В. Бавв**

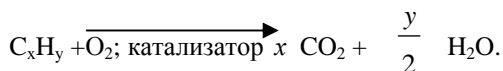
УТИЛИЗАЦИЯ ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Вода – наиболее широко используемый людьми природный ресурс. В условиях современной экологической обстановки очень важно сохранить чистоту поверхностных и грунтовых вод, загрязнение которых может привести к развитию новых форм болезнетворных бактерий и возникновению масштабных эпидемий.

Пруды-накопители сточных вод предприятий, содержащие токсичные органические отходы производства – одна из причин высокой экологической напряженности в районах с развитой промышленной отраслью. В то же время радикального способа очистки стоков и утилизации уже существующих прудов-накопителей без вреда для окружающей среды при минимальных денежных затратах в мировой практике пока не существует.

По этой причине предлагается метод утилизации органических веществ илистых отложений с использованием ультрадисперсной суспензии, в состав которой входят наноструктурированные металлы и оксиды металлов.

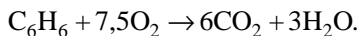
Механизм действия нанокатализатора может быть охарактеризован как фотокаталитическая окислительная деструкция. Квант света, падая на поверхность наночастицы, приводит активный центр катализатора в возбужденное состояние, в результате чего частица многократно вступает в химические взаимодействия, увеличивая таким образом скорость окисления молекулы органического вещества кислородом, содержащимся в слое илистых отложений и толще воды, в сотни раз. В результате такого окисления происходит полная деструкция молекулы органического вещества с образованием соответствующего оксида и воды, согласно схеме [1]:



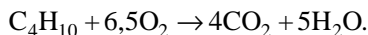
* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ГТТУ» А.И. Леонтьевой.

В ходе процесса деструкции под влиянием катализатора в наноструктурированной форме могут протекать следующие реакции [2]:

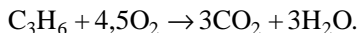
1. Окисление ароматических углеводородов



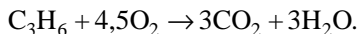
2. Окисление насыщенных углеводородов



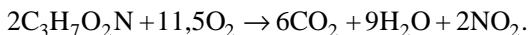
3. Окисление ненасыщенных углеводородов



4. Окисление циклоалканов



5. Окисление аминокислот



Результаты лабораторных испытаний подтвердили эффективность данного метода. Деструкция протекает 90 дней при температуре 18 – 25 °С и обеспечивает снижение общего содержания органических веществ на 97,3 %.

1. Результаты анализа содержания органических веществ в илистых отложениях после обработки ультразвуковой дисперсией

Показатель	Исходный ил	Содержание в иле через					
		10 сут	40 сут	60 сут	70 сут	80 сут	90 сут
Органические вещества, %	31,8	28,03	19,7	11,5	6,16	2,02	0,98
ХПК, мг O ₂ /мг	1,5	1,2	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7
Фенол, мг/кг	1900	1354	899	698	435	240	110

Тенденция к снижению основных показателей загрязненности ила сохраняется на протяжении всего времени, однако по истечении 60 суток процесс несколько замедляется. Содержание фенола не достигает нулевых показателей, поэтому для полной очистки необходимо не менее двух обработок.

Исследования показали, что в процессе очистки илистых отложений наиболее эффективно работают наноструктурированные металлы 1, 4, 7 и 8 групп Периодической системы.

Анализ результатов лабораторных исследований позволил разработать технологию утилизации прудов-накопителей, содержащих преимущественно органические соединения. Технология состоит из двух этапов. Первый этап включает приготовление ультрадисперсной суспензии на воде, очищенной сорбентом УСВР, фотообработку суспензии и распыление ее над поверхностью пруда из расчета 0,01 г катализатора на 1 м³ илистых отложений. На втором этапе после повторной обработки происходит глубинное удаление органических веществ из илистых отложений.

После окончания второго этапа, по истечении 90 суток с момента первой обработки, содержимое пруда-накопителя отправляется на фильтрацию. Твердая фаза, не содержащая токсичных органических веществ, может быть захоронена без вреда для окружающей среды. Жидкая фаза, содержащая активный нанокатализатор, закачивается в подземные горизонты, где возможен процесс дальнейшей очистки ранее помещенных туда промышленных сточных вод.

2. Сравнительная характеристика технологий-аналогов

Метод утилизации	Суть метода	Время реализации	Затраты на утилизацию 1 м ³ ила, р.
Технология Лессорб	Только смешивание шлама с известью. Органика не разрушается	7...8 месяцев	150...200
Химическая нейтрализация	Смешивание шлама пруда-накопителя с химическим реагентом, вступающим во взаимодействие с органикой	1,5 года	150...500
Технология западных фирм	Термическое разложение органики на менее опасные вещества	3...5 лет	700...1500
Предлагаемая технология	Деструкция органики до CO ₂ и H ₂ O при обычных условиях	3...4 месяца	25...30

Из приведенной таблицы видно, что стоимость утилизации 1 м³ илистых отложений с использованием данной технологии составляет 25 – 30 р., в то время как затраты на реализацию аналогичных технологий колеблются от 150 р./м³ до 1500 р./м³ [3].

Таким образом, используя ультрадисперсную суспензию на основе катализаторов в наноструктурированной форме можно утилизировать пруды-накопители, содержащие большое количество органических веществ, при минимальных затратах и без вреда для окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деструкция токсичных органических соединений в сточных водах на полимерном волокнистом катализаторе / Р.Ф. Витковская, И.Г. Румынская, К.Д. Хаддерсман, В.В. Ищенко // Экология и промышленность России. – 2003. – № 3.

2. Леонтьева, А.И. Технология удаления органических отходов с применением наноструктурированных катализаторов / А.И. Леонтьева, Т.П. Дьячкова, В.С. Орехов // ЭКОПРОМ-2009. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – С. 500 – 504.

3. Брянкин, К.В. Удаление органических отходов химических производств каталитической деструкцией с использованием наноструктурированных катализаторов / К.В. Брянкин, Т.П. Дьячкова // Экология Центрально-Черноземной области Российской Федерации. – Липецк : Изд-во Липецкого эколого-гуманитарного института, 2008. – № 1–2 (20–21). – С. 29 – 35.

*Кафедра «Химические технологии органических веществ»
ФГБОУ ВПО «ГГТУ»*

УДК 621.929.3

*А.С. Кондрашков, М.М. Николюкин**

ПОЛУЧЕНИЕ ДЛИННОМЕРНЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Потребности современного человека увеличиваются с каждым годом, что приводит к увеличению промышленных производств с широким ассортиментом товаров. Такое усиленное развитие непосредст-

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ГГТУ» А.С. Клинькова.

венно сказывается на состоянии окружающей среды. Применение современных ресурсосберегающих технологий благотворно влияет на экологическую обстановку и сокращает количество отходов при производстве продукта, однако полностью решить проблему утилизации вышедших из употребления товаров до сих пор не удается [1].

Если рассматривать резинотехнические изделия, то спрос на них стабильно возрастает. Самыми распространенными отходами РТИ являются автомобильные покрышки, а также резиновые шланги, коврики, прокладки и т.д. Основным методом утилизации для таких изделий является захоронение на полигонах, которое по объективным причинам становится источником экологических проблем. Примером может служить загрязнение почв и сточных вод, а также, в случае возгорания, токсичные продукты горения [2].

При выборе способа их утилизации необходимо решить несколько проблем, в первую очередь связанных с переработкой самих отходов, во вторую – экономической оправданностью, сохранением ценного сырья, а также экологической безопасностью [3].

Из существующих методов переработки отходов резинотехнических изделий можно выделить следующие: захоронение на полигонах, сжигание, переработка физическими методами, химическими и бактериологическими. Захоронение на полигонах и сжигание являются наиболее неприемлемыми методами, так как происходит утеря ценного сырья и сильное загрязнение окружающей среды. Бактериологические методы наиболее экологически благоприятные и крайне эффективны в плане переработки отходов РТИ, но требуют значительных экономических затрат. Химические методы, такие как пиролиз, позволяют получить из отходов РТИ полезные продукты, но также сильно влияют на загрязнение окружающей среды. Многие физические методы способствуют поиску более эффективных путей восстановления резины для вторичного использования и включают в себя измельчение сдвиговыми деформациями, воздействие микроволнами и др. [4].

В рамках данной задачи была создана экспериментальная установка на базе экструдера МЧХ-32/10 с применением генератора ультразвуковых волн для лабораторных исследований ИЛ10-0.63 для изучения процесса девулканизации резиновых отходов с целью повышения эффективности повторного использования материалов.

В конструкции используется формирующая головка, позволяющая получать различные профили, которая имеет отдельную систему обогрева. Формирующая головка крепится к фланцу экструдера посредством специального переходника, куда устанавливается волновод генератора ультразвука. Волновод установлен таким образом, что непосредственно оказывает влияние на резиновую смесь, проходящую вдоль канала [4, 5].

Эксперименты, проводимые на данной лабораторной установке, заключаются в следующем. Резиновая крошка в смесителе СРК-3 смешивается со стеарином до получения однородной структуры, далее на вальцах была получена лента с определенной степенью девулканизации. Далее следует загрузка девулканизата в экструдер МЧХ-32/10. Лента захватывается витками шнека, при этом в ней происходят большие сдвиговые деформации, за счет чего высвобождается большое количество тепла, и резиновая смесь дополнительно разогревается. Так же создается сильное давление, которое достигает 15 – 20 МПа. Перед попаданием смеси в формующую головку на нее оказывается воздействие ультразвуковыми волнами, что способствует разрыву пространственных S–S-связей, вследствие чего происходит дальнейшая девулканизация смеси, появляется возможность формовать и в дальнейшем повторно вулканизировать смесь. Формующая головка обеспечивает получение профильных длинномерных заготовок.

Последний этап девулканизации резины заключается в воздействии на резину ультразвуковыми волнами с целью разрыва пространственных связей, таких как S–S и C–S-связи, не воздействуя при этом на C–C-связи. Это возможно благодаря разной энергии, необходимой для разрыва этих связей. Для разрыва S–S и C–S-связей необходима меньшая энергия, вследствие чего можно осуществлять разрыв преимущественно только этих связей. Процесс ультразвуковой девулканизации протекает крайне быстро, скорость девулканизации составляет примерно одну секунду. Метод может быть независимым от растворителей и химических добавок. Девулканизация этим методом подходит для утилизации автомобильных покрышек и других отходов резино-технических изделий [5].

Формующая головка предусматривает получение различных профилей, что обеспечивается конструкцией сменных дорнов и мундштуков. Возможно получение жгута, трубных заготовок разных диаметров, а также более сложных профилей. Конструкция формующей головки позволяет устанавливать датчики температуры и давления, имеет собственный обогрев, который осуществляется высокотемпературным нагретым маслом через штуцеры. Использование специального переходного устройства обеспечивает крепеж волновода ультразвукового устройства. Наглядная трехмерная модель действующей формующей головки представлена в [5].

По результатам экспериментов были построены зависимости потребляемой мощности и степени девулканизации на каждой стадии (рис. 1) от вида обработки.

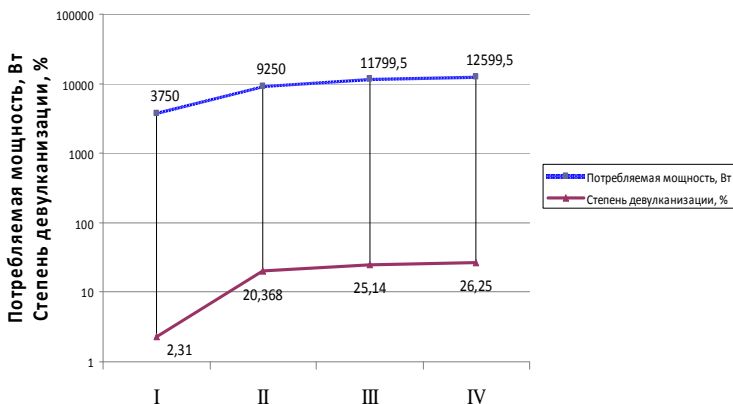


Рис. 1. График зависимости степени девулканизации и потребляемой мощности оборудования от вида обработки материала.

Виды обработки материала:

- I – смеситель СРК-3; II – смеситель СРК-3 + вальцы лаб. 160/320;
- III – смеситель СРК-3 + вальцы лаб. 160/320 + экструдер МЧХ-32;
- IV – смеситель СРК-3 + вальцы лаб. 160/320 + экструдер МЧХ-32 + УЗ

Из графиков видно, что при использовании смесителя СРК-3 происходят значительные затраты энергии при достижении малой степени девулканизации, поэтому было предложено производить смешение смеси со стеарином непосредственно на вальцах, так как процесс девулканизации происходит при вальцевании наиболее эффективно. Проведенные экспериментальные исследования, а также литературный обзор научных статей и патентов выявили, что данная конструкция формирующей головки требует доработок в плане воздействия ультразвука на смесь. В данной конструкции волновод устанавливается перпендикулярно проходящей по каналу смеси, воздействие ультразвуком происходит в локальной точке.

К повышению эффективности воздействия ультразвука на смесь может привести установка волновода вдоль канала формирующей головки. Наглядная трехмерная модель формирующей головки с креплением волновода вдоль канала движения смеси представлена на рис. 2.

В этом случае воздействие будет оказываться волноводом, который непосредственно расположен внутри рабочего цилиндра. Увеличение площади контакта волновода со смесью будет улучшать качество выходящих длинномерных профилей.

В настоящее время готовится конструкторская документация по изготовлению волновода и экструзионной головки для эффективного объемного воздействия на экструдат.

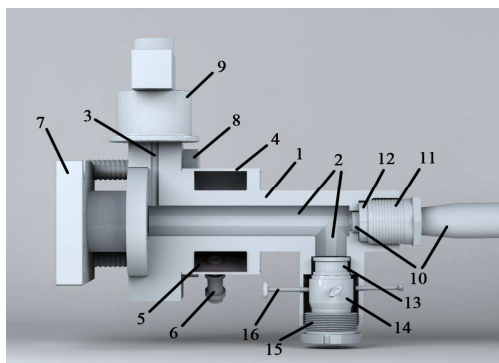


Рис. 2. Трехмерная модель формирующей головки с волноводом вдоль канала:

- 1 – корпус формирующей головки; 2 – основной канал; 3 – канал для датчика давления; 4 – стенка рубашки обогрева (приваривается к корпусу); 5 – полость циркуляции масла; 6 – штуцер; 7 – фланец экструзионной машины; 8 – болт; 9 – система крепления датчика давления; 10 – волновод ультразвука; 11 – гайка крепления волновода; 12 – элементы, фиксирующие положение волновода; 13 – дорнодержатель; 14 – формирующий инструмент; 15 – зажимная гайка; 16 – центрирующие винты

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. INTEGRATED WASTE MANAGEMENT BOARD «Evaluation of Waste Tire Devulcanization Technologies». Publication № 622-04-008, Sacramento, Calif., December 2004.
2. Isayev, A.I. «Recycling of Elastomers» Encyclopedia of Materials: Science and Technology, K.H.J. Buschow, (ed.), Elsevier Science Ltd., Amsterdam, Vol. 3, 2001.
3. Ximei Sun. Ultrasound devulcanization: comparison of synthetic isoprene and natural rubbers / Ximei Sun, Avraam I. Isayev // Springer Science+Business Media, LLC. – 2007.
4. Полянский, С.Н. Некоторые аспекты к вопросу вторичной переработки резинотехнических изделий / С.Н. Полянский, М.М. Никололюкин // Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент. – Тамбов, 2009. – С. 289 – 290.
5. Полянский, С.Н. Перспективы девулканизации методом ультразвука / С.Н. Полянский, М.М. Никололюкин // Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент. – Тамбов, 2010. – С. 233 – 234.

Кафедра «Технология полиграфического и упаковочного производства» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

*Д.Г. Брыксин, С.В. Куртаков**

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕТАНОЛИЗА В РЕАКТОРЕ ВИХРЕВОГО ТИПА

Целью данной работы является разработка компьютерной модели процесса синтеза биодизельного топлива по реакции метанолиза растительных масел в присутствии щелочного катализатора в аппарате с вихревым слоем ферромагнитных частиц.

Математическое описание процесса синтеза биотоплива в аппарате вихревого слоя представляет собой систему дифференциальных уравнений гидродинамических, электромагнитных и химических процессов, осуществляемых в объеме аппарата вихревого слоя [1].

При выводе уравнений математической модели были приняты следующие допущения:

1) по обмоткам проходит равный по значениям амплитуд и сдвинутый на четверть периода (90°) синусоидальный ток, который возбуждает в обмотках индуктора переменное электромагнитное поле;

2) реакционная смесь представляет собой единую непрерывную фазу, электромагнитные свойства которой определяются свойствами ферромагнитных частиц;

3) вязкостно-плотностные характеристики реакционной смеси определяются исходя из аддитивности свойств исходных реагентов и характеризуются несжимаемостью потока [2].

В результате были получены следующие уравнения.

Уравнение движения реакционной смеси в аппарате вихревого слоя ферромагнитных частиц (уравнение Навье – Стокса в векторной форме):

$$\frac{dv}{dt} = F - \frac{1}{\rho} \text{grad}(p) + \nu \Delta v,$$

где Δ – оператор Лапласа; ν – кинематическая вязкость смеси, $\text{м}^2/\text{с}$;
 v – скорость потока реакционной смеси, $\text{м}/\text{с}$;

Уравнение электромагнитодинамики аппарата вихревого слоя (уравнение Ампера – Максвелла):

$$\text{rot}H = j + \frac{\partial D}{\partial t},$$

где H – напряженность магнитного поля; D – электрическое смещение;
 j – плотность тока;

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Д.С. Дворецкого.

Система обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих кинетику элементарных химических реакций:

$$\left\{ \begin{array}{l} d[C_{\text{спирт}}]/dt = -v_0; \\ d[C_{\text{МеОН}}]/dt = -v_0 + v_1 + v_3 + v_5; \\ d[C_{\text{алкоголят}}]/dt = v_0 - v_1 - v_3 - v_5; \\ d[C_{\text{ТАГ}}]/dt = -v_1 + v_2; \\ d[C_{\text{ДАГ}}]/dt = v_1 - v_2 - v_3 + v_4; \\ d[C_{\text{МАГ}}]/dt = v_3 - v_4 - v_5 + v_6; \\ d[C_{\text{глицерин}}]/dt = v_5 - v_6; \\ d[C_{\text{МЭ}}]/dt = v_1 - v_2 + v_3 - v_4 + v_5 - v_6, \end{array} \right.$$

где $v_1 \dots v_6$ – скорости реакций.

Граничные условия для уравнения Навье – Стокса:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial v_x}{\partial t} = \frac{\partial v_y}{\partial t} = 0; \\ p = 0, \end{array} \right.$$

где p – число пар полюсов.

Для уравнения Ампера – Максвелла устанавливаются в виде условия Неймана и имеют следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_t = D_n = \varepsilon; \\ j_n = j, \end{array} \right.$$

где H_t – тангенциальная компонента напряженности магнитного поля, равная линейной плотности поверхностного тока (ε); D_n – нормальная компонента электрического смещения; j_n – нормальная компонента плотности тока.

Начальные условия для уравнения химической кинетики:

$$\begin{cases} C_0 = C_{0H} - C_{2H}; \\ C_1 = C_4 = C_5 = C_6 = C_7 = 0; \\ C_2 = C_{2H}; \\ C_3 = C_{3H}. \end{cases}$$

Для уравнения Навье – Стокса

$$\begin{cases} v_x = v_y = 0; \\ p = 0. \end{cases}$$

Для уравнения Ампера – Максвелла: $A = 0$.

Решение уравнений математической модели осуществлено методом конечных элементов в программной среде Matlab. Исходные параметры процесса: частота тока – 50 Гц; сила тока – 5 А; величина магнитной индукции – 0,12 Тл; количество ферромагнитных частиц в реакционной смеси – 0,03 % об.; отношение l/d ферромагнитных частиц – 10; начальная концентрация метанола – 7 моль/л; начальная концентрация алкоголята калия – 0,2 моль/л; начальная концентрация масла – 0,8 моль/л; температура – 60 °С.

Результаты расчета иллюстрируют рис. 1 – 6. Анализ полученных результатов показывает, что в ходе процесса метанолиза происходит образование турбулизованных потоков реакционной смеси (рис. 1), формирование которых обусловлено возникновением вихревых электромагнитных полей (рис. 2). Одновременно с этим происходит перераспределение поверхностных и связанных зарядов, что приводит к изменению дисперсного состава эмульсии (рис. 3). Интенсивное перемешивание реакционной смеси порождает формирование зон с интенсивной массоотдачей внутри реакционного объема (рис. 4).

Данные по кинетике процесса метанолиза растительных масел в присутствии щелочного катализатора были получены путем интегрирования по расчетной области реакционного объема каждой из концентрационных переменных. Результаты расчета в виде кинетических кривых представлены на рис. 5 – 6.

Анализ кинетической кривой образования метиловых эфиров (рис. 5) показывает, что основная масса метиловых эфиров синтезируется в течение 1,5 – 2 секунд.

Проверка адекватности разработанной математической модели была проведена по экспериментальным данным, полученным с использованием лабораторного аппарата с вихревым слоем ферромагнитных частиц, при этом максимальное рассогласование расчетных по модели и экспериментальных данных не превышало 10 %.

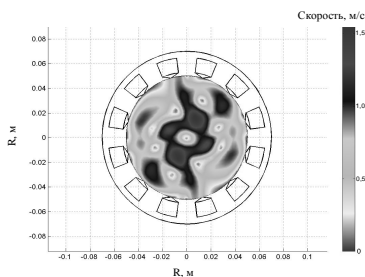


Рис. 1. Мгновенное поле скоростей в реакционном объеме аппарата

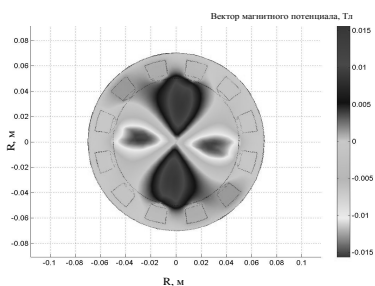


Рис. 2. Мгновенное поле распределения вектора магнитного потенциала

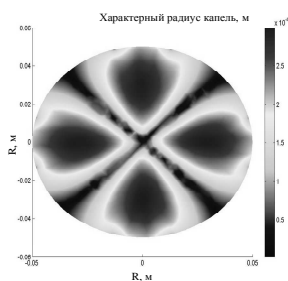


Рис. 3. Мгновенное поле распределения капель дисперсной фазы по характерным радиусам

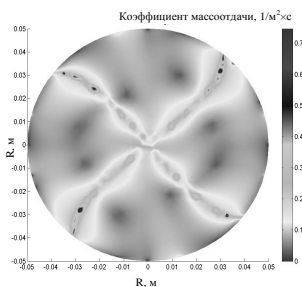


Рис. 4. Мгновенное поле распределения коэффициента массоотдачи от поверхности капель дисперсной фазы

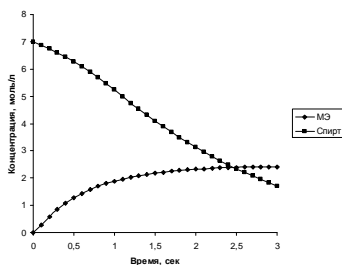


Рис. 5. Кинетика изменения концентрации метиловых эфиров (МЭ) и метанола в реакционной смеси

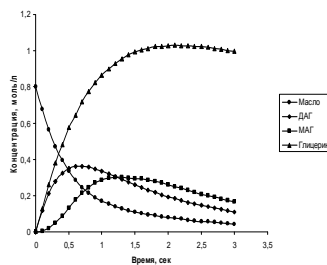


Рис. 6. Кинетика изменения мольной концентрации масла, диацилглицерина (ДАГ), моноацилглицерина (МАГ) и глицерина в реакционной смеси

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Получение биодизельного топлива: современные тенденции, проблемы и пути их решения / С.А. Нагорнов, С.И. Дворецкий, С.В. Романцова, К.С. Малахов, И.А. Рязанцева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2009. – № 10 (24). – С. 55 – 60.

2. Логвиненко, Д.Д. Интенсификация технологических процессов в аппаратах вихревого слоя / Д.Д. Логвиненко, О.П. Шеляков. – Киев : Техника, 1976. – 144 с.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 66.095.26

В.В. Пачин*

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ УПАКОВОЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Основная доля упаковочных материалов приходится на пластики. Это объясняется их достаточно высокой механической прочностью, легкостью, индифферентностью к большому числу пищевых продуктов, технологичностью изготовления, дешевизной и доступностью исходного сырья, возможностью создавать композиционные средства. Но такая упаковка, как показала жизнь, чревата тем, что на ее разложение в природных условиях (на полигонах) требуется большое время, исчисляемое десятками и сотнями лет. Кроме того, по подсчетам экспертов, основного сырья для изготовления полимерной упаковки – нефти хватит человечеству лишь на ближайшие 100 лет.

Твердые бытовые отходы (ТБО) – не утилизируемые в быту твердые вещества, образующиеся в результате жизнедеятельности людей и амортизации предметов быта. ТБО характеризуются многокомпонентностью и неоднородностью состава, малой плотностью и нестабильностью (способностью к загниванию) [1].

Объем образования муниципальных отходов в России составляет, по оценкам Research.Techart, 40 млн. т. Потенциал переработки оценивается в 14 млн. т, но, несмотря на это, в настоящее время ~ 90 % или более 35 млн. т мусора вывозится на свалки и полигоны. Утилизирует-

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» М.В. Забавникова.

ся не более 10 % ТБО, из которых около 3 % сжигается и 7 % поступает на промышленную переработку.

Основной сложностью на пути к переработке ТБО является отсутствие в нашей стране системы раздельного сбора мусора, являющейся неизбежным условием для их глубокого рециклинга. Так, 60 – 80 % морфологического состава ТБО представляет собой потенциальное сырье для использования в промышленности (35 – 45 %) или компостирования (25 – 35 %). Однако сортировка смешанных и перевезенных в одном мусоровозе ТБО позволяет извлечь лишь 11 – 15 % вторичных ресурсов. При этом практически невозможно использовать биоразлагаемые (органические) отходы.

Несмотря на сложности, отрасль переработки ТБО растет с каждым годом: увеличивается количество перерабатывающих предприятий, строятся государственные заводы по утилизации мусора (сжигание, сортировка на полигонах, компостирование), растет стоимость первичного сырья и, соответственно, увеличивается использование вторичного сырья, появляются новые законы и экономические стимулы для участников рынка, государственная пропаганда направлена на увеличение экологической ответственности населения.

С ростом количества бытовых отходов, весомую долю в которых занимают полимерные упаковочные материалы, возникает вопрос об их утилизации.

В России основная доля бытовых полимерных отходов утилизируется путем захоронения на полигонах, эти отходы разлагаются в течение значительного времени. Поэтому остро встает вопрос создания биоразлагаемых полимерных материалов, которые утилизируются в естественных условиях, в значительно меньшие сроки, становясь безвредными для окружающей среды.

Основные направления получения биоразлагаемых полимерных упаковочных материалов:

1. Смешанные биоразлагаемые упаковочные материалы.
2. Синтезируемые биоразлагаемые упаковочные материалы.

К первому типу биоразлагаемых упаковочных материалов относятся композиты, получаемые на основе матрицы полимерного материала с добавлением в качестве наполнителя природного полимера, способствующего разложению изделия. Композиты получают путем смешения ПЭТФ, ПЭ, ПС с крахмалом, целлюлозой, хитозаном, желатином, казеином и др.

Органические наполнители (крахмал, целлюлоза, амилоза, амилопектин, декстрин и др.) являются питательной средой для микроорганизмов.

Для интенсификации биодеструкции в состав композиций вводят фотосенсибилизаторы или самоокисляющиеся добавки, вызывающие деструкцию полимерной цепи с образованием участков, достаточно малых для того, чтобы быть усвоенными микроорганизмами.

Различают два типа композиционных полимерных материалов, полученных методом смешения.

Первый – прямое смешивание, где наполнитель распределен в виде конгломерата размером 10 – 100 мкм. Величина макрочастиц определяется энергией межфазного взаимодействия и сдвиговым напряжением в процессе экструзии. Полученный из такой смеси материал является частично биоразлагаемым, так как матрица синтетического полимера распадается на кусочки.

Переработку композиционного полимерного материала в изделие помимо экструзии на одношнековом экструдере можно осуществить способом литья под давлением.

Второй способ – смешивание на микроуровне. При смешивании наполнителя с синтетическим полимером на микроуровне (размер частиц менее 10 мкм) компоненты смеси образуют взаимопроникающую сетчатую структуру, которая обеспечивает наполненному полимеру эффект дополнительной деструкции. Плотность упаковки макромолекул в граничных слоях системы «полимер–наполнитель» приблизительно вдвое меньше, чем в остальном объеме неупорядоченной фазы полимера. Поэтому при уничтожении наполнителя бактериями облегчается доступ микроорганизмов к менее стойкой по отношению к биодеструкции части полимера [1]. Известны различные технологические подходы к синтезу биоразлагаемых полимеров. Среди них выделяют следующие направления:

1. Синтез биоразлагаемых полимерных материалов, имеющих химическую структуру, сходную со структурой природных полимеров.

2. Синтез биоразлагаемых полимеров методами биотехнологии, т.е. получение полимеров наиболее близких к природным (растительным), по свойствам не уступающих синтетическим полимерам.

В результате этого способа могут синтезироваться блоксополимеры и привитые сополимеры.

Блоксополимеры – полимеры, в макромолекулах которых сравнительно длинные последовательности звеньев одного мономера (блоки) чередуются с блоками другого мономера.

Привитые сополимеры – разветвленные высокомолекулярные соединения, макромолекулы которых состоят из основной цепи и боковых ответвлений, различающихся по составу и (или) строению [2].

Получение биоразлагаемых композиций, сочетающих как природные, так и синтетические соединения, основывается на двух технологических подходах: получение сополимеров, в молекулярные цепи которых входят химические связи, легко разрушающиеся под действием микроорганизмов.

Природные и синтетические полимеры, содержащие связи, которые легко подвергаются гидролизу, обладают высокой способностью к биодеструкции. Присутствие заместителей в полимерной цепи часто способствует повышению биодеструкции. Последняя зависит также от степени замещения цепи и длины ее участков между функциональными группами, гибкости макромолекулы.

В биоразлагаемый полимерный материал входит окисляющая добавка, действующая как катализатор биодеструкции природной части полимерного материала не только на свету, но и в темноте. Деструкция этой части облегчает доступ микроорганизмов и кислорода к поверхности полимера.

Пока биоразлагаемые упаковочные материалы дороже традиционных. Но несмотря на это многие крупные розничные сети переходят на более современную упаковку. Возрастание объемов производства таких упаковочных средств приведет к снижению ее стоимости. Ускорению внедрения этих материалов способствуют соответствующее общественное мнение и законодательные способы регулирования и воздействия на управление упаковочными отходами. При этом необходимыми были бы и экономические стимулы для производителей биодеградируемой упаковки, а также большая информированность населения о ее положительных свойствах. Пока тенденции таковы, что рынок упаковочных материалов будет продолжать динамично расширяться, чему активно способствует и быстро развивающийся электронный бизнес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Утилизация и вторичная переработка тары и упаковки из полимерных материалов : учебное пособие / А.С. Клинков, П.С. Беляев, В.К. Скуратов, М.В. Соколов, В.Г. Однолько. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. – 100 с.
2. Цереза, Р. Блок- и привитые сополимеры / пер. с англ. под ред. С.Р. Рафикова. – М. : Мир, 1964. – 288 с.

Кафедра «Технология полиграфического и упаковочного производства» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

*А.И. Бельков, А.В. Выжанов**

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКООКТАНОВОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ ВВОДА В БЕНЗИН ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛЕНА

По экологическому ущербу автомобильный транспорт лидирует среди всех видов негативного воздействия на окружающую среду.

Одним из путей решения проблемы на данный момент является разработка эффективных, недорогих и экологически безопасных добавок в жидкое топливо для получения высокооктановых бензинов.

Так, помимо снижения содержания вредных выбросов, решается проблема повышения детонационной стойкости автомобильных бензинов в связи с переходом РФ на стандарты ЕВРО-3 и ЕВРО-4, по которым октановое число должно быть не менее 95 единиц.

Поэтому разработка присадок к автомобильным бензинам, обладающих повышенными антидетонационными характеристиками и обеспечивающих абсолютную полноту сгорания топлива, является актуальной задачей.

При пиролизе бензиновых фракций в производстве этилена и пропилена побочным продуктом является смола пиролиза (ТСП). Задача рационального ее использования становится особо актуальной. С пуском многотоннажных производств объем выработки смол пиролиза значительно возрос, в зависимости от вида сырья изменяется в пределах: от 3–4 до 40 %.

Относительно высокое содержание ароматических углеводородов, особенно полициклических, и достаточно высокое содержание йодного числа, указывающее на содержание непредельных углеводородов, свидетельствует о склонности тяжелых смол пиролиза к реакциям уплотнения (конденсации, полимеризации, сополимеризации) с образованием продуктов, обладающих высокими связующими свойствами. Низкое содержание серы в смоле способствует получению малосернистых композиционных углеродсодержащих материалов.

Смола пиролиза (сорбент), получаемая в результате пиролиза прямогонного бензина, является побочным продуктом производства, не находящим применения, поэтому разработка технологии использования смолы является экономически и экологически обоснованной задачей.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.С. Орехова.

Смола по внешнему виду представляет собой жидкость от коричневого до черного цвета со стойким запахом, не реагирует с водой. Это малотоксичное инертное соединение, 4 класса опасности.

Дистиллят – продукт отгонки смолы при 22 °С, является сырьем для производства октаноповышающих добавок в бензины, продукт отгонки не имел стабильности структуры. Но при введении в процесс отгонки катализатора в наноструктурированной форме был получен продукт стабильный по структуре и увеличился его выход.

На рисунке 1 приведена схема лабораторной установки получения светлых фракций из смолы пиролизом бензиновых фракций в производстве этилена и пропилена.

Методика проведения эксперимента заключалась в следующем. В круглодонную колбу загружались смола и катализатор в наноструктурированной форме навеской массой 0,01 грамма, после чего проводился процесс разгонки. Время выдержки составляло 30 минут. Результаты разгонки смолы представлены в табл. 1.

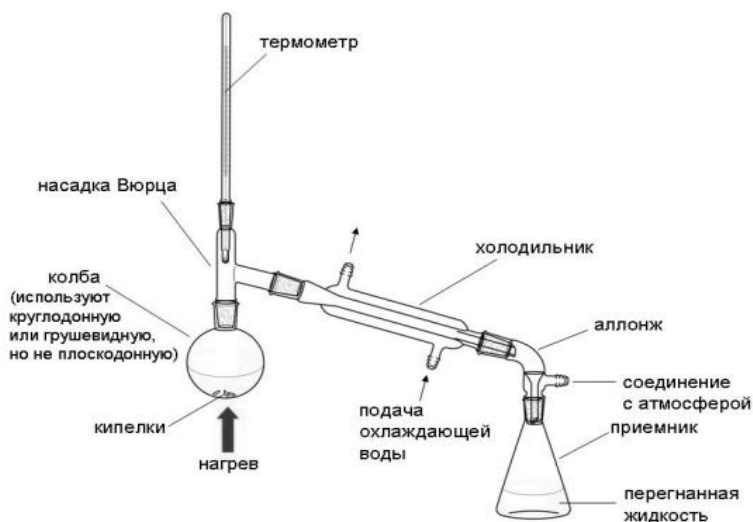


Рис. 1. Лабораторная установка

1. Выход светлых фракций

	Выход светлых фракций, %
Смола без добавок	38
Смола + НК-1	58
Смола + НК-2	62

Использование дистиллированной воды и катализатора НК-2 повышает выход светлых фракций на 25 %, при этом состав смеси остается стабильным с течением времени при световой обработке.

В результате дистилляционной разгонки из сорбента были получены бензиновые фракции, являющиеся компонентом для увеличения октанового числа в бензинах.

Технологическая схема производства легких углеводородных фракций из смолы, состоящая из следующих основных стадий, представлена на рис. 2.

- 1) Предварительный нагрев углеводородного сырья в паронагревателе;
- 2) Термическое разложение смеси в печи пиролиза;
- 3) Разделение смеси в колонне фракционирования;
- 4) Нагрев смолы пиролиза в испарителе;
- 5) Термокаталитический процесс в реакторе под действием нанокомпозиции;
- 6) Разделение смеси в колонне фракционирования.

Углеводородное сырье поступает в паронагреватель, затем в печь пиролиза, где нагревается до 80 °С, затем в колонну фракционирования, где происходит отделение смолы пиролиза, после чего смола пиролиза поступает в испаритель, после достижения температуры 22 °С в углеводородную фракцию поступают нанокомпозиции, после чего смесь идет в колонну фракционирования на разделение.

Данная технология позволяет получать октаноповышающие добавки в бензины, тем самым утилизируя отходы пиролиза производства этилена и пропилена.

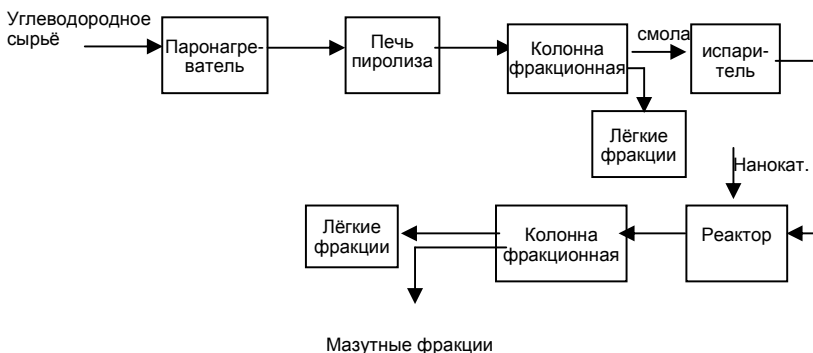


Рис. 2. Технологическая схема производства легких углеводородных фракций

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Просветов, А.А. Получение компонента антидетонационной добавки для бензинов с использованием наноструктурированных катализаторов / А.А. Просветов, П.В. Кобзев, М.С. Розанов // Всероссийская конференция с элементами научной школы для молодежи «Проведение научных исследований в области синтеза, свойств и переработки высокомолекулярных соединений, а также воздействия физических полей на протекание химических реакций» : сб. материалов. – Казань : Изд-во КГТУ, 2010. – С. 30 – 31.
2. Просветов, А.А. Комплексная добавка для бензинов газовых стабильных / А.А. Просветов, П.В. Кобзев, М.С. Розанов // Конкурс научно-исследовательских работ аспирантов и молодых ученых в области энергосбережения в промышленности : сб. статей. – Новочеркасск, 2010. – С. 305 – 308.
3. Гуреев, А.А. Автомобильные бензины. Свойства и применение / А.А. Гуреев. – М. : Химия, 2009. – 444 с.
4. Александров, И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке / И.А. Александров. – М. : Химия, 1981. – 353 с.

*Кафедра «Химические технологии органических веществ»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 667-12

А.В. Куницкий, Д.Н. Труфанов*

УДАЛЕНИЕ СОЛЕЙ ИЗ СУСПЕНЗИЙ ОРГАНИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ

В связи с жесткой конкурентной борьбой на мировом рынке производства пигментов и красителей ставится задача получения продуктов, обладающих определенным набором характеристик качества (колористическая концентрация, цвет, интенсивность, укрывистость и т.д.).

Одним из основных показателей качества выпускных форм пигментов и красителей является колористическая концентрация (относительная красящая способность), представляющая собой способность пигмента при смешении с другими компонентами влиять на цвет полученного готового продукта.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» М.Ю. Субочевой.

Колористическая концентрация пигментов зависит от многих факторов: формы кристалла, состава химических элементов, входящих в структурную формулу, пространственного строения молекулы, гранулометрического состава кристаллов, состава и концентрации примесей.

Наличие солей в пастах пигментов влияет на интенсивность поглощения, а следовательно, на колористическую концентрацию и приводит к снижению показателей качества продукта, что недопустимо, поэтому необходимо найти технические решения по совершенствованию процесса удаления примесей из паст пигментов.

Из всего многообразия методов удаления водорастворимых солей из осадков можно выделить следующие: репульпация, промывка на фильтре, декантация.

Декантация является одним из самых простых и бережных к структуре кристаллов методов очистки, суть которого заключается в разделении твердой и жидкой фаз отстаиванием. Для увеличения скорости разделения фаз и повышения растворимости солей нами применялась структурированная вода и наноструктурированные материалы (тонкодисперсные порошки металлов с размером частиц 50...100 нм и 3...5 нм в виде мицелярного раствора в органическом растворителе).

Структурированная вода – это вода с упорядоченными внутренними взаимодействиями или жидкий кристалл, в котором основным структурным компонентом является молекула воды (H_2O) [3]. За счет возможности образования водородных связей молекулы воды способны соединяться между собой в ассоциаты или более устойчивые кластеры. Вид элементарного кластера и определяет свойства воды, поэтому, меняя кластеры (структуру) воды с помощью различных воздействий, можно изменять ее свойства.

Была проанализирована растворимость солей в следующих типах вод с различной кластерной структурой: дистиллированной воде; талой дистиллированной; дистиллированной воде, пропущенной через углеродный материал высокой реакционной способности (УСВР) и через УСВР, покрытый наносеребром.

Из данных табл. 1 видно, что растворимость соли зависит от кластерной структуры воды.

Оценка влияния структурированной воды и наноструктурированных материалов на показатели качества пигмента проводилась следующим образом. Суспензия пигмента отстаивалась, фильтрат декантировался, далее сформировавшуюся пасту шестикратно отмывали структурированной водой с добавлением наноструктурированных металлов, и декантат анализировался на содержание солей.

1. Растворимость солей в воде в зависимости от ее структуры

	Дистиллированная вода	Талая дистиллированная вода	Дистиллированная вода, пропущенная через УСВР	Дистиллированная вода, пропущенная через УСВР, покрытый наносеребром	Артезианская вода
NaCl (г) на 100 мл H ₂ O	35,2	35,0	34,9	34,6	30,4
mS/см	46,96	36,00	43,40	44,02	43,70

2. Содержание солей в промывной воде (% мас.) в зависимости от ее структуры

	Артезианская вода	Талая артезианская вода	Артезианская вода, пропущенная через УСВР
Исходный фильтрат	1,26	1,26	1,26
Промывка 1	0,42	0,41	0,46
Промывка 2	0,16	0,18	0,18
Промывка 3	0,08	0,09	0,08
Промывка 4	0,06	0,05	0,05
Промывка 5	0,04	0,05	0,04
Промывка 6	0,04	0,04	0,03

После двух первых промывок концентрация солей в декантате оказалась выше при использовании структурированной воды. Начиная с третьей промывки, фильтраты на основе артезианской и структурированной вод имели приблизительно одинаковую электропроводность, но наблюдались постоянные более высокие показатели при применении структурированной воды.

На основе результатов экспериментальных исследований, представленных в табл. 1 и 2, была рекомендована вода, структура которой обеспечивала максимальную растворимость солей.

Наноструктурированные материалы, введенные в любую из сред, изменяют ее свойства. Растворимость солей в структурированной воде увеличивается за счет введения элементов первой, шестой и восьмой групп Периодической системы Д.И. Менделеева в наноструктурной форме. Наноструктурированные металлы влияют в промывной воде на содержание солей в пасте пигмента.

3. Влияние структуры воды на колористическую концентрацию азопигментов

Тип структуры воды	Относительная красящая способность, I , %	Содержание солей в пасте пигмента, % мас.	Электропроводность пасты, мS/см
Артезианская вода	103,4	0,026	138,6
Талая артезианская вода	104,5	0,022	114,2
Артезианская вода, пропущенная через УСВР	105,8	0,020	104,9

4. Содержание солей в фильтрате в зависимости от введения металлов в наноструктурированной форме

	Артезианская вода	Au	Ag	Cu	Ni	Fe	Ni, Cr
	Содержание солей, % мас., в промывной воде						
Исходный фильтрат	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Промывка 1	0,42	0,52	0,53	0,55	0,62	0,53	0,50
Промывка 2	0,16	0,10	0,08	0,09	0,09	0,09	0,07
Промывка 3	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
Промывка 4	0,06	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03

Из анализа веществ, представленных в табл. 4, видно, что применение структурированной воды с наноматериалами позволяет значительно уменьшить число промывок для достижения необходимого содержания водорастворимых солей по сравнению с обычной водой (три промывки вместо пяти-шести). Поскольку наличие водорастворимых солей влияет на характеристики качества азопигментов, то была проведена их комплексная оценка на примере пигмента оранжевого Ж, результаты которой представлены в табл. 5.

При использовании структурированной воды готовый продукт становится чище и увеличивается его колористическая концентрация ($I = 105,8$ %), а при введении нанометаллов (Ni, Cr, Fe) в промывную воду колористическая концентрация возрастает от 22 до 59 %.

5. Колористические показатели пигмента оранжевого Ж

Технология промывки	Инструментальная оценка в разбеле							
	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔC	ΔH	$I, \%$	
Традиционная технология	0,33	-0,24	-0,19	-0,13	-0,23	0,04	101,4	
6-кратная промывка артезианской водой	1,00	0,60	-0,71	-0,35	-0,75	0,25	103,4	
6-кратная промывка артезианской водой, пропущенной через УСВР	0,87	-0,4	0,25	0,73	0,69	0,35	105,8	
6-кратная промывка артезианской водой, пропущенной через УСВР, содержащей наноструктурированный материал	Au	2,386	0,184	1,183	2,063	2,29	0,642	109,3
	Ag	4,402	0,778	2,344	3,644	4,218	0,989	121,4
	Cu	3,691	0,453	2,026	3,028	3,585	0,752	115,94
	Ni	10,09	-1,77	5,3	8,3	9,6	2,36	157
	Fe	10,12	1,95	5,34	8,37	9,64	2,38	159
	Ni, Cr	3,79	1,076	1,723	3,211	3,469	1,115	121,97

*Кафедра «Химические технологии органических веществ»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 665.633.7

М.С. Розанов, Д.А. Богачев, Г.А. Чернов*

УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫХОДА БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕГОНКЕ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАДИИ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ И ВВЕДЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРА В НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ ФОРМЕ

Увеличение выхода светлых фракций нефтепереработки (бензина, авиакеросина, дизельного топлива) является одной из основных задач промышленного нефтехимического синтеза.

Вследствие устаревшей производственной базы, не удовлетворяющей современным требованиям, глубина переработки нефти явля-

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.С. Орехова.

При решении поставленной задачи использовалась однократная разгонка нефти для выделения топливных фракций с контролем массового и объемного выхода в зависимости от температур кипения. Анализ полученного продукта проводился методом газовой хроматографии, методом наименьших квадратов для обработки полученных результатов и их последующей аппроксимации.

Экспериментальные исследования разгонки нефти без кавитационного воздействия и введения катализатора и при использовании кавитации и введении катализатора были проведены при одинаковых технологических условиях.

Процесс первичной разгонки нефти осуществлялся на лабораторной установке, аналогичной большинству промышленных установок нефтеперерабатывающих заводов (рис. 1).

Полученные данные по разгонке были обработаны на аппаратно-программном комплексе «Хроматэк-Кристалл» на базе газового хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000» с применением программного обеспечения «Хроматэк Gasoline» (контроль качества бензиновой фракции), и результаты свидетельствуют о повышении выхода бензиновых фракций (рис. 2).

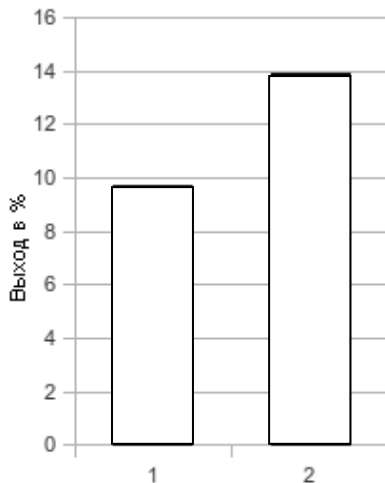


Рис. 2. Выход бензиновых фракций при первичной разгонке нефти:
1 – нефть без кавитационного воздействия и катализатора в наноструктурированной форме; 2 – нефть кавитационно обработанная и с введением катализаторов в наноструктурированной форме

Выводы

1. Предложена технология первичной разгонки нефти, основанная на использовании катализаторов в наноструктурированной форме и стадий подготовки сырья.
2. Подтверждена эффективность использования катализатора в наноструктурированной форме в процессах углеводородных превращений при температурном режиме до 195 °С .
3. Определены катализаторы, обеспечивающие увеличение выхода светлых фракций при атмосферной перегонке нефти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сергеев, Г.Б. Нанохимия / Г.Б. Сергеев. – М. : Изд-во МГУ, 2003.
2. Драбкина, А.Е. Химия нефти и газа / А.Е. Драбкина ; под ред. В.А. Проскурякова. – СПб. : Изд-во «Химия», 1995.
3. Капустин, В.М. Технология переработки нефти. В 2 ч. / В.М. Капустин, А.А. Гуреев. – М. : Изд-во КолосС, 2008.
4. Утробин, Н.П. Наноструктурированные материалы как катализаторы и инициаторы органического синтеза / Н.П. Утробин, А.И. Леонова // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2008. – Т. 14, № 4.
5. Богомолов, А.И. Химия нефти и газа / А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова. – СПб. : Химия, 1995. – 448 с.

*Кафедра «Химические технологии органических веществ»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

УДК 620.91(470.326)

*Е.В. Попова, О.Н. Калинина**

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Сегодня человечество остро нуждается в замене существующих энергетических технологий на экологически чистые, гарантирующие сохранение биосферы. Это особенно касается энергетики, основанной на сжигании природных запасов угля, нефти, газа, урана. Предполагается, что в ближайшее время потребление природных ресурсов достигнет 25 млрд. т, поэтому делаются прогнозы, что запасов природного топлива человечеству хватит примерно на 150 лет.

Атомная энергетика, кроме опасностей эксплуатационного характера, имеет нерешенную проблему захоронения и утилизации ядерных отходов. В связи с этим популярность альтернативных экологически чистых источников энергии в наше время значительно возросла.

Мы предлагаем рассмотреть некоторые наиболее известные виды подобных источников с целью выявления наиболее эффективных и возможного последующего применения их в Тамбовской области.

1. Виды источников энергии, их достоинства и недостатки

Наименование источника энергии	Цена	Эксплуатационные расходы	Достоинства	Недостатки
Генератор на жидком топливе	Низкая	Очень высокие	Малогабаритность, высокая удельная мощность, простота эксплуатации	Загрязнение окружающей среды, очень маленький ресурс, высокая шумность, зависимость от наличия топлива

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Г.Г. Серебrenникова.

Наименование источника энергии	Цена	Эксплуатационные расходы	Достоинства	Недостатки
Генератор на газообразном топливе	Более высокая	Очень высокие	Малогабаритность, высокая удельная мощность, относительная простота эксплуатации	Загрязнение окружающей среды, очень маленький ресурс, высокая шумность, зависимость от наличия топлива и наличия газовой магистрали
Солнечные электростанции	Высокая	Очень низкие	Экологичность, отсутствие шума, независимость от топлива, очень длительный срок работы, возможность гибко наращивать мощность и производство энергии	Сравнительно высокая цена, необходимость площади для размещения солнечных панелей, необходимость резерва мощности для покрытия пусковых токов
Малогабаритные гидрогенераторы	Высокая	Низкие	Экологичность, низкий уровень шума, независимость от топлива, длительный срок работы	Сравнительно высокая цена, необходимость наличия высокой скорости течения водного потока, дороговизна монтажа, невозможно использовать там, где нет потока воды
Ветрогенераторы	Высокая	Низкие	Экологичность, независимость от топлива, длительный срок работы	Сравнительно высокая цена, необходимость площади для размещения растяжек мачты, шум, необходимость резерва мощности для покрытия пусковых токов, возможные помехи телевизионному и радиосигналам

Из представленной выше табл. 1 видно, что наиболее эффективными и экологически чистыми источниками энергии являются солнечные электростанции и ветрогенераторы. Рассмотрим подробнее их сущность и возможность применения в Тамбовской области.

Солнечная батарея – несколько объединенных фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) – полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток.

С помощью наиболее распространенных солнечных батарей можно преобразовать энергию в электричество с эффективностью 9...24 %, однако в отдельных лабораториях получены солнечные элементы с эффективностью 43 %.

Существуют 3 основные конфигурации солнечных фотоэлектрических систем электроснабжения:

1. Автономная фотоэлектрическая система полностью.
2. Батарейная соединенная с сетью фотоэлектрическая система.
3. Безаккумуляторная соединенная с сетью фотоэлектрическая система.

Россия может получать 10 % энергии из ветра.

Теперь рассмотрим эффективность и экономичность ветроэнергетики.

Ветроэнергетика – отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве.

В отличие от ископаемого топлива, энергия ветра практически неисчерпаема, повсеместно доступна и более экологична. Наибольшее распространение в мире получила конструкция ветрогенератора с тремя лопастями и горизонтальной осью вращения. Наиболее эффективной конструкцией для территорий с малой скоростью ветровых потоков признаны ветрогенераторы с вертикальной осью вращения.

Мы пришли к выводу, что в настоящее время в Тамбовской области наиболее экономически целесообразно и имеет все перспективы к развитию получение с помощью ветрогенераторов не электрической энергии промышленного качества, а постоянного или переменного тока (переменной частоты), с последующим преобразованием его с помощью ТЭНов в тепло для обогрева жилья и получения горячей воды. Эта схема имеет несколько преимуществ: отопление является основным энергопотребителем любого дома в области; схема ветрогенератора и управляющей автоматики кардинально упрощается; потребление тепла не так требовательно к качеству и бесперебойности.

В большинстве регионов России среднегодовая скорость ветра не превышает 5 м/с, так же, как и в нашей Тамбовской области, в связи с

чем более целесообразно использование ветрогенератора с вертикальной осью вращения, так как ему достаточно 1 м/с, чтобы начать вырабатывать электричество. Применение такого рода ветрогенераторов в Тамбовской области поможет снять ограничения по использованию энергии ветра в целях электроснабжения. Наиболее прогрессивная технология – сочетание в одном устройстве генераторов двух видов – вертикального ветрогенератора и ФЭМ (фотоэлектрические модули) – солнечные панели. Дополняя друг друга, совместно они смогут гарантировать производство достаточного количества электроэнергии на любых открытых территориях (например, в полях) в климатических условиях Тамбовской области, достаточных, например, для уличного освещения или питания объектов инженерно-технической инфраструктуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтернативная энергетика. – http://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%EВ%FC%F2%E5%F0%ED%E0%F2%E8%E2%ED%E0%FF_%FD%ED%E5%F0%E3%E5%F2%E8%EA%E0.
2. Германович, В. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы / В. Германович, А. Турилин. – СПб. : Наука и техника, 2011.

Кафедра «Менеджмент» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

667.621.33-036

*В.П. Беляев**

РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ К ДОРОЖНЫМ БИТУМАМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В СФЕРЕ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Перевод экономики страны на инновационный путь развития предполагает широкое развитие малого и среднего бизнеса в области наукоемких технологий. Одним из приоритетных направлений современного производства является развитие отрасли дорожного строительства. Намеченные руководством Российской Федерации ориентиры в данной области человеческой деятельности открывают перспективы существенного развития малого предпринимательства в сфере получения новых более эффективных технологий и материалов.

Известно, что низкое качество и недостаточная долговечность асфальтобетонных покрытий определяются (в случае соблюдения необходимой технологии укладки) низким качеством применяемого дорожного битума.

В настоящее время до 90 % производимого во всем мире объема товарных битумов потребляется дорожной отраслью. Нефтяной битум является самым дешевым и наиболее универсальным материалом для применения в качестве вяжущего при устройстве дорожных покрытий.

Миллионы тонн нефтяных битумов из-за отсутствия однородного сырья для их производства, разных технологических особенностей производства в большинстве своем не соответствуют требованиям к вяжущим и материалам, используемым в дорожной отрасли.

В России широко развилась технология получения битумов по методу барботажного окисления (окислительного дегидрирования).

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ГГТУ» С.В. Мищенко.

Если окисление вести в мягких условиях, то процесс продолжается длительное время, однако на нефтеперерабатывающих заводах температуру и скорости подачи воздуха поднимают до возможного предела, чтобы сократить время процесса при относительном сохранении нормируемых паспортом физико-механических свойств битума, при этом у таких битумов резко уменьшаются стабильность и устойчивость к старению, повышается водопоглощение материала и снижаются адгезионные свойства. Более того, нередки случаи использования для производства асфальтобетонных смесей некондиционного битума, особенно это характерно при проведении текущего (ямочного) ремонта предприятиями малой мощности. Некондиционные битумы характеризуются существенно заниженными показателями содержания фракций, придающими нефтяным битумам специфические свойства: растяжимость, эластичность, высокие адгезионные свойства к материалам асфальтобетонных смесей.

Поэтому важнейшей задачей исправления физико-механических и химических свойств битумов является их модификация различного вида добавками, позволяющими изменить присущие битумам свойства в необходимом для практики направлении. Особенно нуждаются в модификации некондиционные битумы: применяемые модификаторы должны обеспечить восполнение утраченных в процессе глубокой переработки нефти свойств битумов до требуемых стандартами показателей.

В настоящее время существуют различные модификаторы нефтяных битумов, которые позволяют улучшить некоторые его физико-механические показатели. Экономически эффективными модификаторами свойств нефтяных битумов являются те, которые доступны и недороги. С технической точки зрения для создания на основе битумов композиционных материалов с заданным комплексом свойств могут применяться только те модификаторы, которые:

- не разрушаются при температуре приготовления асфальтобетонной смеси;
- совместимы с битумом при проведении процесса смешения на обычном оборудовании при температурах, традиционных для приготовления асфальтобетонных смесей;
- в летнее время повышают сопротивление битумов в составе дорожного покрытия к воздействию сдвиговых напряжений без увеличения вязкости при температурах смешения и укладки, а также не придают битуму жесткость или ломкость при низких температурах в покрытии;
- химически и физически стабильны и сохраняют присущие им свойства при хранении, переработке, а также в реальных условиях работы в составе дорожного покрытия.

Для повышения качественных характеристик дорожных вяжущих нефтяные битумы наиболее часто модифицируют различными полимерными добавками, при этом стоимость получаемого при этом так называемого полимер-битумного вяжущего практически в 2 раза превосходит цену исходного битума.

Крупные асфальтобетонные заводы могут себе позволить покупать более дорогой модифицированный битум или приобретать установки для модифицирования битумов с установкой дополнительного оборудования на собственном предприятии, несмотря на то, что это не является оптимальным решением с точки зрения логистики.

Средние и малые асфальтобетонные заводы не в состоянии встраивать специальное оборудование для модификации битумов в свой технологический цикл, а надежда на повышение качества поставляемых с нефтеперерабатывающих заводов битумов в ущерб собственным интересам является призрачной.

Предлагается новая идея: производить отдельно модифицирующую добавку на малых предприятиях, которая при обычном смешении с исходным битумом в технологических емкостях для разогрева и хранения битумов на любых асфальтобетонных заводах обеспечит придание битуму необходимых свойств, не хуже чем при промышленной модификации на спецоборудовании. Причем, модифицирующую добавку производить из дешевых отходов резинотехнических изделий (РТИ), тем самым существенно снижая издержки асфальтобетонных заводов. Эта модифицирующая резинобитумная добавка (МРБД) и должна явиться новым продуктом для реализации, гораздо более дешевым, чем отечественные и зарубежные аналоги.

Отходы РТИ вследствие своих свойств могут восполнять такие важные для дорожного вяжущего характеристики, как эластичность и растяжимость. Кроме того, варьированием содержанием отходов РТИ и технологическими переменными процессов их переработки и модификации ими, особенно некондиционных битумов, возможно решение вопросов придания битумам других важных свойств дорожного вяжущего: деформационной устойчивости летом при высокой температуре, снижения температуры хрупкости зимой, устойчивости к циклам замораживания – оттаивания весной и осенью.

Предварительные исследования по модификации нефтяных битумов отходами РТИ (в частности, резиновой крошкой из изношенных шин) проведены в Тамбовском государственном техническом университете. Исследования показали, что модификация битумов резиновой крошкой из изношенных автомобильных шин с исходными размерами

до 1 мм в разработанных в ТГТУ двухшнековых смесителях со специальными рабочими органами, приводит к улучшению качественных показателей исходного битума и созданных на его основе асфальтобетонных покрытий в среднем на 15 – 25 %. При этом у резиновой крошки наблюдалась лишь поверхностная девулканизация.

Дальнейшие исследования показали, что предварительная девулканизация резиновой крошки приводит к более высокой степени растворения модификатора в нефтяном битуме и дальнейшему росту качественных показателей модифицированного битума и созданных на его основе асфальтобетонных покрытий.

Проведенные исследования модификации нефтяных битумов девулканизованной резиновой крошкой из изношенных шин открывают перспективу получения концентрированной модифицирующей резинобитумной добавки из отходов резинотехнических изделий путем нахождения оптимальных режимных параметров процесса девулканизации отходов РТИ, рационального соотношения компонентов смеси, стабилизации качественных показателей получаемой модифицирующей добавки. При этом в качестве оборудования могут быть использованы распространенные смесители периодического действия, обеспечивающие проведение процесса получения резинобитумных композиций при температурах до 200 °С. Нет необходимости в разработке специального оборудования, что существенно снижает расходы по освоению производства нового типа продукции.

Предварительные расчеты показывают, что при годовой потребности в нефтяном битуме для ремонта дорог порядка 300 т производство модифицирующей добавки может осуществить малое предприятие при двусменной работе на смесителе объемом 0,1 м³. Потенциальными потребителями модифицирующей резинобитумной добавки являются субъекты малого и среднего бизнеса: асфальтобетонные заводы малой и средней мощности, учитывая все возрастающие требования к качеству производимых ими дорог и ремонтных работ.

Таким образом, решение проблемы доведения некондиционных дорожных битумов до требуемых качественных показателей за счет производства нового продукта: модифицирующей резинобитумной добавки на основе отходов резинотехнических изделий имеет перспективу дальнейшей коммерциализации с использованием потенциала предприятий малого и среднего бизнеса.

Кафедра «Технология полиграфического и упаковочного производства» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

*В.А. Гришина**

РАЗРАБОТКА И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

В связи с тем, что в последнее время совершенствуется большинство технологических процессов и предъявляются новые требования к работе строителей, а именно, каменщиков, необходимо предложить новый способ кладки кирпича и новый строительный инструмент – универсальную кладочную линейку (УКЛ) [1]. Суть нашего проекта заключается в разработке способа кладки кирпича с применением нового строительного инструмента УКЛ. В ходе реализации проекта мы планируем осуществить следующие виды работ:

1. Провести анализ литературных и Интернет-источников по изучению существующих методов кирпичной кладки, строительных инструментов каменщика и видов брака кирпичной кладки.

2. Разработать способ кладки кирпича (блочков и блоков) с применением универсальной кладочной линейки.

3. Доработать конструкцию универсальной кладочной линейки с учетом требований эргономики.

4. Разработать и изготовить экспериментальный вариант УКЛ.

5. Усовершенствовать начальную конструкцию УКЛ с учетом требований строителей-каменщиков.

6. Разработать авторскую методику оценки эффективности трудовых процессов каменщика на основе существующих методов исследования трудовых процессов (фотография рабочего дня, метод моментных наблюдений, хронометраж и фотохронометраж) [2].

7. Изготовить опытно-промышленный образец УКЛ и подать заявку на патенты (способ кладки кирпича и конструкция УКЛ).

8. Найти предприятия, производящие строительные инструменты для производства УКЛ.

В строительной отрасли Тамбовской области трудится более 17 тыс. человек или 5,2 % от общего количества занятых в экономике области. На территории осуществляют свою деятельность около 500 строительных организаций и 125 предприятий строительной индустрии. За 2009 год объем подрядных работ составил 17,8 млрд. р., что соответствует 107,2 % к соответствующему периоду прошлого года (84,0 % – по России, 82,9 – по ЦФО).

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра экон. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.В. Жарикова.

1. Необходимый размер вложений в проект

№	Источник средств	Величина, р.
1	Необходимые стартовые вложения (инвестор)	1 200 000
2	Вкладываемые собственные средства (ресурсы, капитал)	58 000
3	Объем требуемого внешнего финансирования (Бизнес-инкубатор ГОУ ВПО ТГГУ «ИННОВАТИКА» – аренда площадей)	20 000

Основные строительные организации-застройщики в Тамбовской области : ОАО «Тамбовхимпромстрой»; ОАО СУ «Атосэнергострой»; ООО «СУ Донское»; ОАО «Жилстрой»; ООО «Тамбовская строительная компания» и др.

Наш продукт может оставаться новинкой на рынке в течение 5 – 8 лет. В случае получения патента этот срок увеличивается до 20 лет (и может быть продлен за счет продажи лицензии или роялти). Проект рассчитан на 5 лет. Два года планируется потратить на исследования и 3 года на производство и реализацию продукции. Необходимый размер вложений в проект нужно произвести в порядке, представленном в табл. 1.

В ходе реализации проекта могут возникнуть различные виды рисков, основные из которых представлены в табл. 2.

2. Риски проекта

Риск	Упреждающее действие
1. Недоверие потребителей к новой продукции	1. Обучение каменщиков работе с универсальной кладочной линейкой и выявление проблем в процессе работы
2. Потенциальные потребители самостоятельно станут изготавливать универсальную кладочную линейку в упрощенном варианте	2. Защита интеллектуальной собственности (получение патента). Совершенствование конструкции универсальной кладочной линейки с учетом эргономики и специфики работы каменщика (уровни, метрическая линейка, вставки-расшифки, материал)
3. Отказ сбытовых сетей работать с нашей продукцией	3. Стимулирование сбытовых сетей (бонусы, скидки при крупнооптовых закупках). Осуществление рекламных акций в хозяйственных магазинах

3. Техничко-экономические характеристики универсальной кладочной линейки

Название инструмента	Цена, р.	Срок эксплуатации, лет	Название инструмента	Цена, р.	Срок эксплуатации, лет	Экономия, р.
Строительный уровень	700	1–2	Универсальная кладочная линейка	350	В среднем 5 лет	От покупки 1 шт. УКЛ 1 550 р.
Отвес	300	2				
Порядовка	300	2				
Правило	400	2				
Расшивка	200	2				
Итого:	1900	В среднем 2 года				

Основные технико-экономические характеристики универсальной кладочной линейки представлены в табл. 3.

Исходя из представленной цены и учитывая себестоимость УКЛ, равную 250 р., мы предлагаем выпустить первоначальную партию в 1000 шт. Прибыль в этом случае составит 100 000 рублей в год.

Нами разрабатываются авторская методика оценки показателей трудовых процессов каменщика и способ кирпичной кладки с использованием УКЛ на основе применения следующих методов исследования трудовых процессов:

1) Хронометраж – это метод наблюдения и замера продолжительности выполнения повторяющихся элементов операции;

2) Фотография рабочего времени (ФРВ) – это метод установления структуры затрат времени на протяжении рабочей смены или ее части;

3) Фотохронометраж – это метод изучения затрат рабочего времени, при котором сочетаются наблюдения методом ФРВ с хронометражными наблюдениями;

4) Метод моментных наблюдений – это метод, позволяющий исследовать затраты времени на отдельные трудовые операции, приемы и т.д.

Авторская методика позволит объединить приведенные выше методы и осуществлять комплексную оценку эффективности трудовых процессов каменщика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Организация труда каменщиков (http://nerudgrup.ru/organizaciya_truda_kamenschikov).
2. Генкин, Б.М. Организация, нормирование и оплата труда на промышленных предприятиях / Б.М. Генкин. – М. : НОРМА, 2003.

Бизнес Инкубатор ФГБОУ ВПО «ТГТУ» «ИННОВАТИКА»

УДК 674.815

*А.В. Ерофеев, Д.Ю. Солопов, Е.А. Овчаренко**

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ДЕКОРАТИВНО-ЗАЩИТНОЙ ПЛИТЫ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ФАНЕРЫ С ДЕКОРАТИВНЫМ СЛОЕМ ИЗ ОПИЛОК

Под долговечностью понимается время, в течение которого материал способен сохранять свою работоспособность до наступления одного из предельных состояний [1]. Под первой группой предельных состояний понимается такое состояние, при котором происходит полное исчерпание несущей способности материала в конструкции, т.е. происходит его разрушение. Под второй группой предельных состояний понимается такое состояние, при котором нормальная эксплуатация материала в конструкции становится невозможной, т.е. появляются недопустимые деформации. Таким образом различают прочностную и деформационную долговечность. Для прочностной долговечности критическим событием является наступление первого предельного состояния, т.е. разрушения материала, а для деформационной долговечности критическим событием является наступление второго предельного состояния.

В материале при нагружении процесс разрушения и процесс деформирования протекают одновременно. Для разрушения материала необходим разрыв химических связей в основной цепи. Деформирование происходит за счет разрыва межмолекулярных связей с последующим образованием новых. Общие закономерности этих процессов одинаковы, однако скорости протекания различны. В материале проявляется тот процесс, для которого условия наиболее благоприятны

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» В.П. Ярцева.

(скорость протекания выше). Оба процесса имеют термофлуктуационную природу и описываются одинаковыми уравнениями. Однако смысл физических констант уравнения различен.

На данном этапе развития науки обобщенная формула Журкова позволяет наиболее точно прогнозировать долговечность строительных материалов и конструкций. Для прогнозирования долговечности декоративно-защитной плиты покрытия необходимо определить константы, входящие в обобщенную формулу Журкова. Для этого по полученным экспериментальным данным построим график в координатах $\sigma - \lg t$ для каждой выбранной температуры: 20 °С, 40 °С, 60 °С (рис. 1).

Из графика (рис. 1) видно, что для плиты покрытия получено семейство веерообразных прямых, сходящихся в точке. При одинаковых напряжениях, но различных температурных режимах эксплуатации, долговечность материала выше при меньших температурах. Данный факт четко вписывается в термофлуктуационную концепцию прочности, которая утверждает, что тепловые флуктуации являются решающим фактором процесса разрушения, а напряжение обеспечивает только направленность и необратимость данного процесса вследствие накопления разрывов межатомных связей [1]. Чем выше температура эксплуатации материала, тем более вероятен приход тепловых флуктуации, и как следствие, образование большего числа дефектов, которые и приводят к снижению долговечности материала.

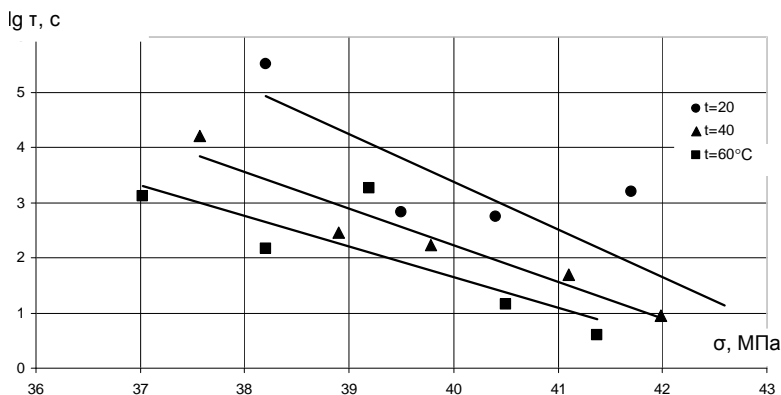


Рис. 1. График зависимости времени до разрушения от напряжения при поперечном изгибе декоративно-защитной плиты покрытия

Перестроим данный график (рис. 1) в координаты $1000/T - \lg t$ (рис. 2). Для этого зададимся тремя произвольными напряжениями. Пересечения этих напряжений с прямыми будут давать координаты точек для графика в координатах $1000/T - \lg t$.

График на рис. 2 также вписывается в термофлуктуационную теорию прочности. При одинаковых температурах эксплуатации, но различных напряжениях, долговечность материала выше при меньших напряжениях. Согласно термофлуктуационной теории напряжение снижает энергетический барьер, тем самым кинетическим единицам проще покинуть свое местоположение, образовав дефекты, которые и приведут к разрушению материала [1]. Таким образом, чем выше напряжения, тем сильнее снижается энергетический барьер, вследствие чего долговечность материала снижается.

На графике (рис. 2) также получили семейство веерообразных прямых, сходящихся в точке. Координаты точки пересечения прямых (рис. 2) соответствуют двум константам в обобщенной формуле Журкова.

Величина τ_m для декоративно-защитной плиты покрытия на основе фанеры с декоративным слоем из опилок равна 10^{-1} с. Данная величина характеризует минимальное время разрушения материала, т.е. соответствует времени колебания кинетических единиц.

Величина T_m , равная для рассматриваемой плиты покрытия 454,5 К, соответствует предельной температуре существования плиты покрытия. При этой температуре процесс разрушения происходит за время одного теплового колебания.

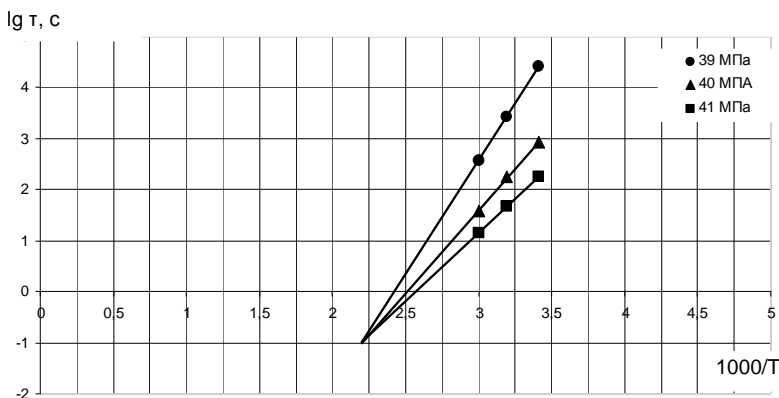


Рис. 2. График зависимости времени до разрушения от температуры при поперечном изгибе декоративно-защитной плиты покрытия

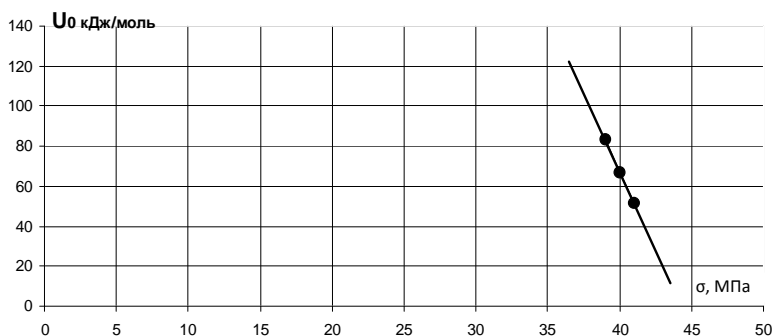


Рис. 3. График зависимости эффективной энергии активации от напряжения при поперечном изгибе декоративно-защитной плиты покрытия

Для каждого значения напряжения (39 МПа, 40 МПа, 41 МПа) найдем значение U по формуле $U_i = 2,3 \cdot 8,4(\Delta \lg \tau / \Delta(1000/T))$ и построим график в координатах $\sigma - U$ (рис. 3).

Экстраполируя прямую на графике (рис. 3) до пересечения с осью ординат, получим значение начальной энергии активации, которая для плит покрытия на основе фанеры с декоративным слоем из опилок равна 701 кДж/моль. Данная величина характеризует энергию межатомных связей в основной цепи, которые надо разорвать.

Структурно-механическую константу найдем по формуле $\gamma = \Delta U / \Delta \sigma$. Для рассматриваемой плиты покрытия структурно-механическая константа равна 15,85 кДж/(моль·МПа). Данная константа характеризует эффективность механического поля при действии нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потапова, Л.Б. Механика материалов при сложном напряженном состоянии. Как прогнозировать предельные напряжения? / Л.Б. Потапова, В.П. Ярцев. – М. : Издательство Машиностроение-1, 2005. – 245 с.

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

*С.А. Меркулов, Л.А. Крушинский**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МОДИФИКАЦИИ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТАМИ И ТЕРМОПЛАСТАМИ

Дороги являются одним из наиболее важных элементов инфраструктуры государства. Без надежно работающей и безопасной сети автомобильных дорог невозможны процессы развития экономических и социальных сфер. В последнее время из-за неуклонного роста количества транспорта значительно возросли нагрузки на дорожное покрытие, что привело к уменьшению срока эксплуатации дорог. Согласно строительным нормам средний межремонтный срок службы дорог должен составлять 10 – 13 лет, но на практике же ремонт производится уже через 3–4 года. Одним из способов повышения качества дорожного покрытия и увеличения его срока службы является использование в дорожном строительстве модифицированных органических вяжущих [1].

Модификация битума позволяет улучшить его адгезионные, прочностные и деформационные характеристики, что в свою очередь будет способствовать и улучшению свойств дорожного покрытия. На сегодняшний момент существует достаточно широкий спектр материалов, которые могут быть использованы в роли модификаторов, но в основном применяются лишь некоторые виды высокомолекулярных соединений: эластомеры, термопласты и термоэластопласты.

Эластомеры состоят из длинных полимерных цепочек с широкими разветвлениями. Они эластичны в широком диапазоне температур: от низких до 200 °С. При добавке эластомеров в битум повышается его вязкость, улучшается эластичность. Но эти системы также неустойчивы при хранении, для предотвращения разделения фаз между битумом и искусственным материалом требуется постоянное перемешивание. В качестве эластомеров принято использовать натуральный или регенерированный каучук и полибутадиены.

Термопласты состоят из линейных или малоразветвленных полимеров, размягчающихся при нагревании. При охлаждении они снова становятся твердыми. В качестве термопластов чаще всего использу-

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. П.С. Беляева, канд. техн. наук, доцента О.Г. Маликова.

ются полиэтилен и атактический (стереобеспорядочный) полипропилен. Добавка термопластичных материалов повышает вязкость и жесткость битумов при нормальных рабочих температурах (от -30 °С до 60 °С), однако не оказывает существенного влияния на эластичность модифицированных битумов. При нагревании битумов, улучшенных термопластами, наблюдается тенденция к разделению фаз битума и полимера, т.е. такие битумы неустойчивы к хранению, поэтому должны готовиться непосредственно перед использованием на асфальтобетонном заводе.

Термоэластичные полимеры размягчаются при температурах выше обычных рабочих температур и хорошо деформируются в этом состоянии. Самым известным представителем группы термоэластичных пластмасс является стирол-бутадиен-стирол (СБС). Этот искусственный материал представляет собой блоксополимер, состоящий из блоков стирола и полибутадиена. Благодаря модификации термоэластопластом у битума появляется такой показатель, как эластичность, не характерный для исходных вяжущего. Добавка этого материала к битуму составляет, как правило, от 3 до 6 % по массе. Полимер вводится в виде твердого вещества (гранул или порошка), а также в виде жидкости (эмульсии или раствора). Необходимое количество добавляемого материала зависит от дисперсного состояния вводимого вещества: если СБС вводится в битум в мелкодисперсной форме, то расход уменьшается, если в крупнодисперсной форме, то требуется большое количество модификатора.

Исходя из анализа данных для повышения эффективности модификации следует уменьшать размер частиц высокомолекулярных соединений, вводимых в битум, и повышать однородность полученного вяжущего, способствуя предотвращению разделения фаз битума и модификатора.

Целью исследования является получение модификатора определенной рецептуры с использованием вторичных полимерных материалов, который улучшит эксплуатационные характеристики битума, поможет частично решить проблему утилизации отходов полимерных производств, а также снизить стоимость модифицирующей добавки.

В исследовании в качестве дорожного вяжущего был выбран битум марки БНД 90/130. Данная марка наряду с БНД 60/90 рекомендована для применения в качестве дорожного вяжущего во второй дорожно-климатической зоне, к которой относится Тамбовская область, но использование его ограничено, поскольку БНД 90/130 обладает более высокими показателями пенетрации и растяжимости по сравнению с маркой 60/90.

Процесс модификации дорожного битума осуществлялся в лопатном лабораторном смесителе периодического действия при темпера-

туре 160 °С и скорости вращения перемешивающего устройства 800 об/мин в течение 60 минут по следующей схеме: дорожный битум марки БНД 90/130 разогревался до заданной температуры в термощафу и в разогретом состоянии выливался в рабочую камеру лопастного смесителя, после чего в него добавляли необходимый модификатор. Перемешивающие органы смесителя имели пропеллерные и центробежные лопасти, позволяющие создавать интенсивные вертикальные и горизонтальные потоки материала в корпусе, что обеспечивало более высокое диспергирующее воздействие на материал. После осуществления процесса смешения битума с модификаторами его пробы подвергались лабораторным испытаниям для оценки физико-механических показателей.

В качестве модифицирующих добавок были выбраны термоэластопласт ДСТ и вторичный полиэтилен. При модификации дорожного вяжущего ДСТ показатели пенетрации и дуктильности остаются в пределах оптимальных значений для исходных битумов марки БНД 60/90, но при этом наблюдаются рост температуры размягчения и появление эластичности. При введении полиэтилена в битум повышается его эластичность, но существенно падают показатели пенетрации и растяжимости по сравнению с вяжущим, модифицированным ДСТ.

1. Физико-механические показатели модифицированных битумов

Модификатор	Пенетрация, П25-0,1 мм	Растяжимость, мм	Температура размягчения, °С	Эластичность, %
БНД 60/90	60	550	47	–
БНД 90/130	114	765	46	–
БНД 90/130 + ДСТ 2%	111	740	55	61
БНД 90/130 + ПЭ 2%	65	245	55	10
БНД 90/130 + ДСТ 2% + ПЭ 2%	39	370	75	76
БНД 90/130 + Амдор 10 0,1%	82	750	48	0
БНД 90/130 + ДСТ 2% + ПЭ 2% + Амдор 10 0,1%	66	790	72	83

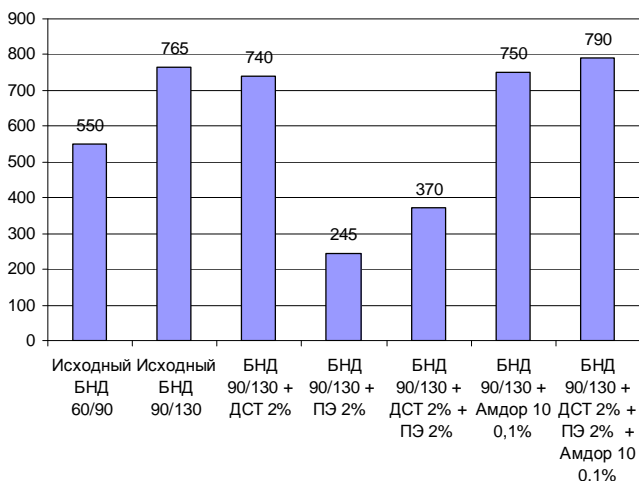


Рис. 1. Показатели растяжения

При введении в битум высокомолекулярных соединений практически всегда ухудшается его адгезионная способность. Для того чтобы снизить это негативное воздействие в состав модификатора необходимо включать адгезионные присадки. В качестве адгезионной добавки были выбраны присадки марки Амдор 9 и Амдор 10. Как показали результаты исследований, введение в битум присадки Амдор 9 дает худшие показатели по сравнению с Амдор 10.

Одним из важных направлений в модификации битума наряду со снижением температуры хрупкости, улучшением адгезионных свойств, повышением теплостойкости и стабильности вяжущего является повышение растяжимости (дуктильности) [2].

Из рисунка 1 видно, что наиболее лучшими показателями дуктильности обладает битум, модифицированный совместно полиэтиленом и ДСТ с добавлением адгезионной присадки Амдор 10. Благодаря высокой растяжимости, такое вяжущее будет способствовать повышению деформативности битума при низких температурах, что предотвращает излишнее трещинообразование на дорожном покрытии в зимний период.

Как показали результаты экспериментальных исследований, совместное введение в битум марки БНД 90/130 термоэластопласта ДСТ, полиэтилена и адгезионной присадки Амдор 10 позволяет получить модифицированное дорожное вяжущее по своим физико-механическим показателям аналогичное марки БНД 60/90, но при этом оно обладает повышенными показателями дуктильности и эластичности. Это позволяет использовать его вместо БНД 60/90 и при этом улучшить показатели дорожного покрытия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гохман, Л.М. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимер-асфальтобетон : учебно-методическое пособие / Л.М. Гохман. – М. : ЗАО «Экон-информ», 2008. – 117 с.
2. Калгин, Ю.И. Дорожные битумоминеральные материалы на основе модифицированных битумов : монография / Ю.И. Калгин; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006. – 272 с.

Кафедра «Технология полиграфического и упаковочного производства» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

УДК 625.111

*М.М. Околелов**

РАЗБИВКА ТРАССЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Использование современных электронных геодезических приборов позволяет во многом изменить технологию инженерно-геодезических работ при изысканиях сооружений.

Кафедрой «Городское строительство и автомобильные дороги» Тамбовского государственного технического университета приобретен электронный тахеометр Trimble M3.

В период летней геодезической практики в рамках НИРС нами выполнено полевое трассирование опытного участка автомобильной дороги длиной 2000 м с одним поворотом (г. Тамбов, вдоль б. Энтузиастов).

Использование только одного электронного тахеометра дало возможность заменить несколько технологических операций, выполняемых в рамках традиционного полевого трассирования при помощи теодолита и нивелира.

Точность угловых измерений 3", линейных измерений 3 мм + 2 мм/км, дальность линейных измерений 5000 м (при работе с отражателем) позволяют решать сразу несколько задач:

- измерение горизонтальных расстояний до характерных точек трассы взамен разбивки пикетажа с точностью более чем на два порядка выше нормативно допустимой (1:1000);
- тригонометрическое нивелирование трассы с плечом до 500...700 м и с точностью, существенно превышающей нормируемую

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Н.М. Сняtkова.

допускаемую точность двойного геометрического нивелирования автомобильных дорог ($\pm 100 \text{ мм } \sqrt{L}$, где L – длина двойного нивелирного хода, км);

- разбивку горизонтальных кривых способами: прямоугольных координат, полярных координат, угловых и линейных засечек;
- разбивку и съемку поперечников трассы.

Использование электронного тахеометра для нивелирования заменило технологию продольного геометрического нивелирования трассы и дало возможность непосредственного определения не только превышений, но и сразу высот точек с записью результатов на магнитные носители информации. При этом одновременно можно выполнять съемку притрассовой полосы.

При трассировании были соблюдены следующие условия:

- расстояния между станциями (стоянками) при вешении длинных прямых приняты не более 500 м (с малым отражателем);
- вынос следующих станций выполнен откладыванием угла 180° по лимбу горизонтального круга при двух его положениях (КЛ и КП); в грунт забивали надежный кол с осевым гвоздем, над точкой устанавливали малый отражатель;
- по длине каждого участка трассы замены с интервалом 80...100 м;
- измерение горизонтального угла поворота трассы выполнено полным приемом.

При тригонометрическом продольном нивелировании трассы передачу высот со станции на станцию осуществляли при двух кругах прибора с учетом поправки на разность высот прибора и отражателя на штативе. Нивелирование выполнено в условной системе высот с записью результатов в электронный полевой журнал на магнитные носители информации. На каждой станции в память электронного тахеометра вводили высоту соответствующей станции. В ходе последующего нивелирования получили высоты всех характерных точек трассы и поперечников.

Разбивку горизонтальной кривой $R = 50$ м выполнили методом прямоугольных координат с одновременным нивелированием характерных точек кривой. Съемка притрассовой полосы в данной работе не выполнялась.

Использование электронного тахеометра позволило совместить следующие обязательные операции: трассирование; разбивку пикетажа; продольное нивелирование по оси трассы; разбивку и съемку поперечников.

Как показала практика, это обеспечивает существенное повышение производительности полевых работ при одновременном повышении качества результатов полевых измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия : учебник / Г.А. Федотов. – 2-е изд., исправ. – М. : Высш. шк., 2004. – С. 373 – 376.

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

УДК 691.1

*К.Ю. Суспицына**

ТЕРМИЧЕСКОЕ РАСШИРЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ

В процессе эксплуатации древесные композиты подвергаются воздействию повышенных температур. При этом происходит изменение их размеров, вызывающее в материале значительные термические напряжения. В связи с этим возникает необходимость изучения поведения материала в свободном состоянии при нагревании с заданной скоростью.

Исследования древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит проводили в линейном dilatометре при различных скоростях нагрева. Полученные результаты представлены на рис. 1 – 4.

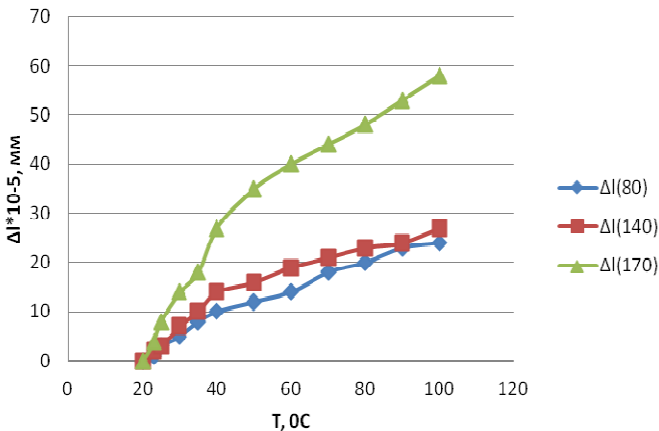


Рис. 1. Дилатометрические кривые для ДВП при нагревании при трех скоростях нагрева

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» О.А. Киселевой.

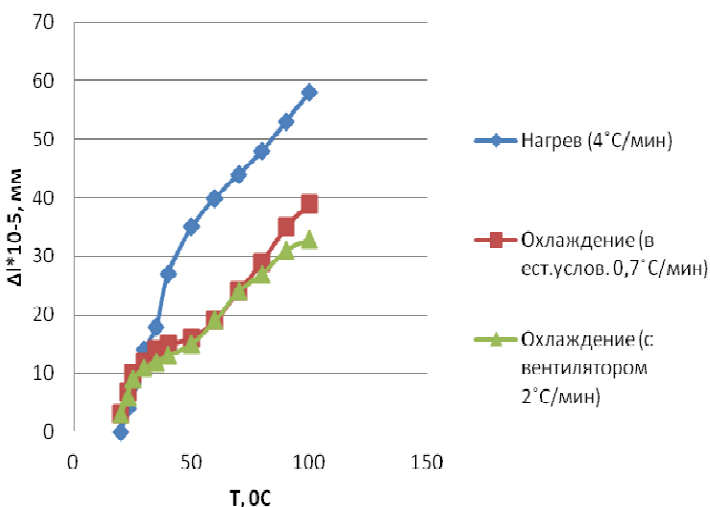


Рис. 2. Дилатометрические кривые для ДВП при скорости нагрева 4 °С/мин и двух скоростях охлаждения

Из рисунка 1 видно, что для древесно-волоконистых плит зависимости имеют экспоненциальный характер. На первом этапе наблюдается резкий рост размеров образца, а при повышении температуры выше 40 °С процесс замедляется. Скорость нагрева также оказывает существенное влияние на термическое расширение древесно-волоконистых плит. С ее увеличением расширение также увеличивается. По-видимому, это связано со скоростью прохождения релаксационных процессов. Особенно интенсивно данный процесс начинает происходить при напряжении выше 140 В, что соответствует скорости нагрева 2,78 °С/мин.

Для древесно-стружечных плит дилатометрические кривые приближены к прямой линии, а термическое расширение ДСП в 3 раза превышает расширение ДВП. С увеличением скорости нагрева процесс ускоряется, но только после 70 °С (рис. 3).

Также в работе были построены дилатометрические кривые охлаждения образцов.

При охлаждении образцы ДВП (рис. 2) начинают сужаться. На начальном этапе изменение размеров зависит от скорости процесса. Однако после 40 °С процесс замедляется, дилатометрические кривые охлаждения становятся очень близки к кривой нагревания. После завершения процесса охлаждения размеры образцов превышают исходные на $3 \cdot 10^{-5}$ мм, что связано с доотверждением фенолоформальдегидной смолы.

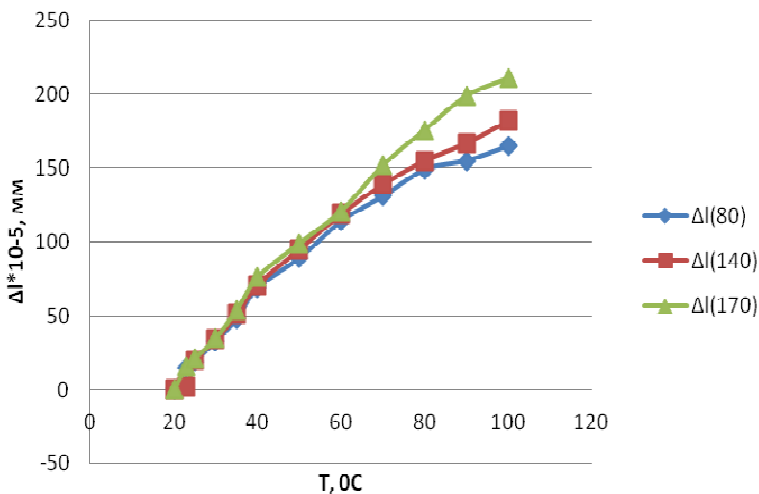


Рис. 3. Дилатометрические кривые для ДСП при нагревании при трех скоростях нагрева

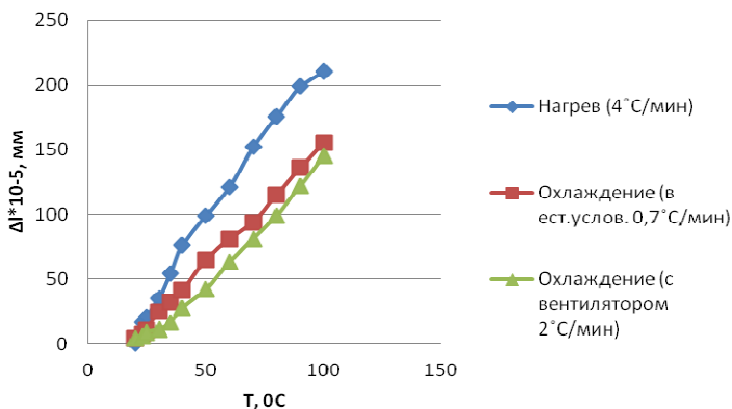


Рис. 4. Дилатометрические кривые для ДСП при скорости нагрева 4 °C/мин и двух скоростях охлаждения

Для ДСП дилатометрические кривые процесса охлаждения носят линейный характер (рис. 4). Так же как и для ДВП, образцы ДСП после охлаждения оказываются больше исходных на $4 \cdot 10^{-5}$ мм. С увеличением скорости процесса образцы быстрее восстанавливают свои размеры.

По полученным кривым были определены коэффициенты линейного термического расширения

$$\alpha = \frac{1}{l_0} \frac{\Delta l}{\Delta T},$$

где α – коэффициент линейного термического расширения, $1/^\circ\text{C}$; l_0 – первоначальная длина образца, мм; Δl – удлинение образца (мм) при изменении температуры на величину ΔT $^\circ\text{C}$.

Так как зависимости не являются прямолинейными, их разбивают на линейные участки. Для каждого участка находится коэффициент линейного термического расширения. Затем определяется $\alpha_{\text{ср}}$ по формуле

$$\alpha_{\text{ср}} = \frac{\alpha_1 \Delta T_1 + \dots + \alpha_n \Delta T_n}{\Delta T_1 + \dots + \Delta T_n}.$$

Коэффициент линейного термического расширения ДВП и ДСП представлен в табл. 1.

1. Коэффициенты термического расширения ДВП и ДСП

Материал образца	Коэффициент линейного термического расширения $\times 10^{-5}$, $1/^\circ\text{C}$, при скорости нагревания, $^\circ\text{C}/\text{мин}$		
	1,65	2,78	4
ДВП	1,5	1,8	3,8
ДСП	11,1	11,7	13,1

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

УДК 544.77.051.1

*И.А. Илясов**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИН ТРЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИСТИРАЕМОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время разрабатывается большое количество композиционных полимерных материалов, металлополимеров, материалов на основе цементного вяжущего. Одной из широких областей их при-

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Н.В. Кузнецовой.

менения являются изделия, подвергающиеся в процессе эксплуатации интенсивному воздействию движущихся механизмов и людей. В связи с этим возникает необходимость в изучении их физико-механических характеристик, в том числе триботехнических показателей (износостойкость, совместимость и прилегаемость при трении, способность к поглощению твердых частиц, способность поверхностного слоя отводить тепло, прирабатываемость) [1].

Для исследования триботехнических показателей строительных материалов применяются машины трения. В настоящее время существует несколько видов машин трения. Универсальная машина трения Гаркунова МТУГ-1 используется для определения и контроля триботехнических характеристик различных материалов и смазочных составов при проведении научно-исследовательских работ с целью повышения износостойкости различных узлов машин и механизмов, а также в учебных целях при проведении лабораторных и исследовательских работ по триботехнике [2]. Принцип действия машины трения основан на взаимном перемещении прижатых друг к другу с заданным усилием испытываемых образцов в среде смазочных материалов. При этом используется принцип трения торца цилиндрического образца о плоскую сторону диска. Цилиндрический образец имеет полость для закладки дозированного количества смазочного материала, который при работе машины постепенно поступает в зону контакта. В процессе испытания тензодатчиком регистрируется момент трения с графическим отображением его изменения, а также изменение веса испытываемых образцов. Регистрируемые параметры записываются и обрабатываются с использованием ПЭВМ. Изменение веса образцов определяется путем взвешивания на аналитических весах.

Универсальная машина марки 2168 УМТ предназначена для испытания фрикционных и антифрикционных смазочных материалов на трение и износ в широком диапазоне режимов. Большой набор сменных приспособлений позволяет быстро перестраивать машину на различные схемы испытаний, моделирующие работу трибосопряжений в узлах трения. В процессе испытаний машина измеряет момент трения, силу прижима, температуру, частоту вращения, путь трения. Возможен выход на ЭВМ. Машина устанавливается на виброопорах, специальный фундамент для этого не требуется.

Машина трения 2070 СМТ-1 предназначена для испытания на трение и износ, для изучения процессов трения и износа металлов, сплавов и жестких конструкционных пластмасс. Принцип действия машины заключается в стирании прижимаемой друг к другу пары образцов с заданной силой. Во время испытания регистрируются частота вращения, момент трения, сила прижимания, величина износа и число циклов наработки. Возможны запись температуры и испытания в различных средах.

Перечисленные машины трения, выпускаемые серийно, имеют достаточно высокую стоимость (до 3,5 миллионов рублей – 2168 УМТ). Еще одним недостатком является отсутствие программного обеспечения для таких машин, как СМТ-1 и 2168 УМТ, и невозможность подключения к персональному компьютеру. Дополнительные затруднения при транспортировке и установке представляет большая масса вышеперечисленных машин трения (до 1500 кг). Все эти признаки ограничивают возможность их применения для строительных лабораторий небольших предприятий. Оценка истираемости образцов приведенных конструкций машин трения основывается на разности масс образца до и после испытания, что не позволяет автоматизировать оценку результатов, в том числе оценивать истираемость образцов при последовательно нескольких режимах испытаний.

Решением задачи исследования триботехнических показателей широкого спектра строительных и конструкционных материалов может являться предлагаемая конструкция машины трения (рис. 1).

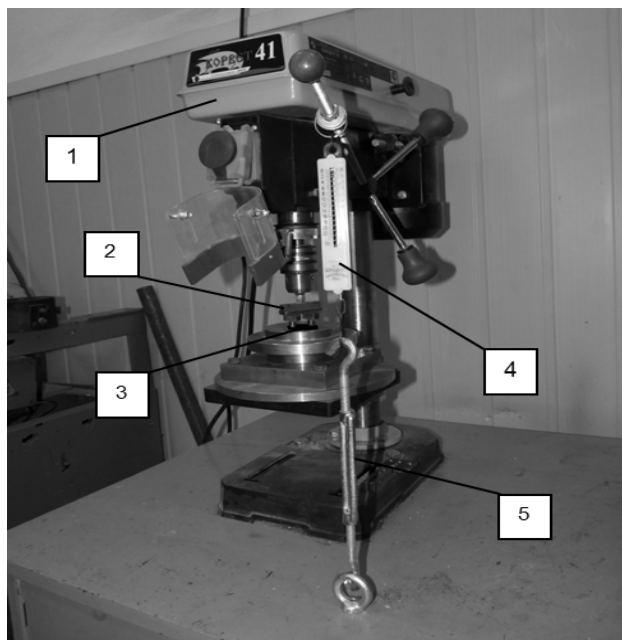


Рис. 1. Установка для испытания изделий на трение и износ:

1 – станок приводной; 2 – контргрело; 3 – образец;
4 – динамометр; 5 – датчик нагрузки

Преимуществами данной машины являются совместимость с разнообразными испытательными узлами, имитирующими различные виды истирания (с учетом конкретных требований заказчика и условий эксплуатации изделия); программное управление основными параметрами в процессе испытания образцов (частотой вращения, усилием прижима); возможность имитации (за счет применения различных испытательных узлов в процессе испытания) воздействий снегоочистителя, резины автомобиля, самолета, пешеходов и т.д. Стоимость максимальной комплектации разрабатываемой машины (тензодатчик, усилитель сигнала тензодатчика, АЦП, испытательный узел, ультрамобильный ПК) – 37 800 рублей.

Разрабатываемую машину трения можно использовать в следующих направлениях:

- контроль и определение триботехнических показателей полимерных материалов, композиционных металлических изделий и материалов на основе цементного вяжущего;
- проведение экспериментов в научно-технических и образовательных целях для определения оптимальной совместимости материалов, износостойкости, прирабатываемости и т.д.;
- контроль качества выпускаемых изделий на промышленных предприятиях.

Предварительные (ориентировочные) экономические расчеты показали, что стоимость предлагаемой конструкции машины трения не менее чем на 50 % ниже существующих аналогов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фролов, К.В. (ред.) Современная трибология: Итоги и перспективы / К.В. Фролов. – СПб. : ЛКИ, 2008.
2. <http://www.nanotech.ru>

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

ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

УДК 339 137.24:656.13

*В.А. Гавриков**

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА АВТОТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

На современном этапе рыночной экономики наиболее актуальна проблема качества различных видов деятельности и услуг, так как их успех зависит от конкурентоспособности. Только продукция высокого качества может быть востребована на рынке.

Такие ученые как О. Волков и В. Скляренко [1] в своих трудах качество продукции описывают как целостную совокупность ее потребительских свойств, обуславливающих степень пригодности данной продукции удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением в фиксированных условиях потребления.

Глудкин О.П. в своей работе определяет качество продукта как свойство удовлетворять потребности конкретного потребителя. Однако он, говоря о качестве, подразумевает не только продукт, но и объект качества, которым может быть: деятельность или процесс; продукция (материального и нематериального характера); предприятие или отдельное лицо. Свойство объекта, в данном случае, может быть представлено совокупностью его характеристик [2].

Таким образом, можно сказать, что качество неразрывно связывается с потребностями. В международных стандартах серии ИСО 9000 – 2000 говорится, что качество это степень, с которой совокупность собственных характеристик выполняет требования. В этом определении не идет речь о каком-то товаре или услуге, здесь качество и требования связаны непосредственно.

Что касается стандартов, устанавливающих номенклатуру показателей качества транспортных услуг, то они наоборот подразумевают не просто саму услугу, но и процесс ее предоставления, а понятие «требования» включает и предполагаемые потребности. Состав и структура показателей качества грузовых перевозок для всех видов транспорта устанавливаются ГОСТ Р 51005 – 96 «Услуги транспортные. Грузовые перевозки. Номенклатура показателей качества».

* Работа выполнена под руководством канд. экон. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Н.В. Пеньшина.

Анализируя приведенные выше определения, можно выделить, что большинство авторов качество продукции определяют как конечный результат разработки, производства товара или оказания услуги, который должен соответствовать требованиям потребителя, способен удовлетворить их потребности и будет положительно оценен при эксплуатации.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что качество – это не только свойство продукта, но и перечень характеристик, которые можно использовать для оценки качества самого продукта и оценки качества при его потреблении.

Качество оказываемых услуг относится к числу важнейших показателей деятельности автотранспортного предприятия. Повышение качества услуг в значительной мере определяет выживаемость автотранспортного предприятия в условиях конкурентной среды рынка, т.е. способствует увеличению темпов технического прогресса, внедрению инноваций, росту эффективности производства, экономии всех видов ресурсов, используемых на предприятии. Другими словами, повышение качества услуг, оказываемых автотранспортным предприятием, является одним из факторов, который играет решающую роль в повышении конкурентоспособности предприятия.

И как уже говорилось ранее, на сегодняшний день состав и структура показателей качества грузовых перевозок устанавливаются ГОСТ Р 51005 – 96 «Услуги транспортные. Грузовые перевозки. Номенклатура показателей качества».

Стандарт устанавливает следующую номенклатуру основных групп показателей качества по характеризующим ими свойствам грузовых перевозок:

1. Показатели своевременности выполнения перевозки;
2. Показатели сохранности перевозимых грузов;
3. Экономические показатели.

Рассматривая грузовые перевозки, основным видом услуг транспорта является перевозка груза. Но, как правило, данная услуга не может быть потреблена самостоятельно и в большинстве случаев сопровождается предоставлением дополнительных видов услуг. В качестве дополнительных услуг при перевозке грузов чаще всего бывают: погрузочно-разгрузочные работы и экспедирование груза. Из этого следует вывод, что качество услуг грузового транспорта следует рассматривать как качество совокупности видов услуг, предоставляемых автотранспортным предприятием.

Погрузочно-разгрузочные работы – совокупность операций перемещения груза, изменения его положения в пространстве, не вызывающих при этом изменений физических свойств и качества груза.



Рис. 1. Показатели качества автотранспортных услуг по перевозке грузов

Скорость и сохранность груза – два главных показателя качества погрузочно-разгрузочных работ. На показатели качества данной услуги влияют такие факторы, как отлаженность механизма согласования проведения работ, слаженность работы грузчиков, согласованность в подаче транспорта и профессионализм бригадиров, использование современных погрузочно-разгрузочных устройств и механизмов.

Экспедирование груза – услуга, появившаяся на отечественном рынке сравнительно недавно, но быстро ставшая востребованной, так как грузоперевозки – крайне ответственное мероприятие, которое имеет стратегическое значение для компании. Под экспедированием груза подразумевается: прием груза по сопроводительным документам на складе заказчика, доставка его до пункта назначения и сдача конечному получателю.

К показателям качества экспедирования груза можно отнести безупречное оформление документов, возложение на себя полной ответственности за груз, грамотное сопровождение до точки назначения, сохранность груза. Для повышения качества экспедиционных услуг необходимо проведение контроля на всех этапах: во время погрузки экспедитор должен следить за аккуратностью и грамотными действиями грузчиков, грамотно оформлять все необходимые документы и координировать любые вероятные изменения в последующем маршруте с учетом их эффективности.

Таким образом, на наш взгляд, в номенклатуру групп показателей качества грузовых перевозок применительно к автомобильному транспорту необходимо внести такой показатель, как «качество дополнительных услуг» (рис. 1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков, О. Экономика предприятия : курс лекций / О. Волков, В. Складенко. – М. : ИНФРА-М, 2002. – 128 с.
2. Пеньшин, Н.В. Эффективность и качество как фактор конкурентоспособности услуг на автомобильном транспорте : монография / Н.В. Пеньшин ; под науч. ред. В.П. Бычкова. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 224 с.

*А.М. Зяблова**

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Образовательный процесс, основанный на внедрении инновационных методов подачи информации и контроля уровня сформированности компетенции выпускников, может являться основой для совершенствования всей образовательной системы посредством достижения максимальной «производительности» и самоотдачи, как от источника (в роли которого выступает преподаватель), так и от потребителя (студента).

Основой рассматриваемой в работе педагогической технологии является объединение разных межкультурных систем ведения образовательного процесса путем комбинирования, замены и параллельного использования двух и более методик.

Основываясь на опыте международных университетов (в частности Восточно-Средиземноморского Университета) в области планирования и контроля образовательного процесса, целесообразно использовать подход к проведению лекционных, практических, семинарных и лабораторных занятий, предполагающий изменение соотношения аудиторных занятий и самостоятельной работы, форм представления результатов обучения, что способствует улучшению качества образовательного процесса при подготовке специалистов инновационной сферы.

Рассмотрим существующие способы контроля и оказания образовательной услуги в системе ВПО. Как в Российской Федерации, так и в ведущих зарубежных университетах законодательно утверждена структура учебного процесса с указанием количества лекционных и практических часов, а также времени на самообучение. В Российской Федерации отношение времени лекционных и практических занятий ко времени на самообразование равно 1:1. По нашему мнению, в сравнении с международными университетами, в которых это отношение равно 2:1, контроль над качеством самого процесса образования не может быть выполнен должным образом. Предполагается, что при уменьшении времени на самообучение и увеличении университетских академических занятий на 30 % качество получаемых и усваиваемых знаний потребителем заметно увеличится. Контроль над потребителя-

* Работа выполнена под руководством канд. пед. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.И. Попова.

ми ведется источником (преподавателем) путем использования некоторых дополнительных мероприятий, о которых пойдет речь далее.

По мнению классиков педагогики, «развитие и образование ни одному человеку не могут быть даны или сообщены. Всякий, кто желает к ним приобщиться, должен достигнуть этого собственной деятельностью, собственными силами, собственным напряжением» (А. Дистервег). Инновационный метод управления качеством образовательного процесса направлен на формирование и развитие трудовых способностей потребителей. Практика, направленная на достижение высоких результатов успешного изучения дисциплин, в рамках международных университетов (рассмотренная на примере Восточно-Средиземноморского университета) показывает, что образовательный процесс должен содержать не одну контрольную точку, как это происходит в высших учебных заведениях РФ, а несколько. В Восточно-Средиземноморском университете учебный процесс и итоговая оценка, свидетельствующая о качестве образовательного процесса, складывается из нескольких промежуточных тестирований и практических работ. Качество работы оценивается преподавателем по нескольким критериям: теоретические знания, верное формирование плана устного проекта и успешность его защиты перед аудиторией. Результатом использования такой технологии является постоянный режим контроля деятельности обучающихся, который позволит выявить плохо освоенный материал и запланировать корректирующее воздействие на потребителей.

Увеличение контрольных точек по всем дисциплинам приводит к увеличению нагрузки на потребителей, что является достаточно важной проблемой. Согласно опыту зарубежных стран, инновационный подход в рамках одного учебного семестра подразумевает уменьшение количества изучаемых дисциплин на 40 %. Данное сокращение не приводит к потере знаний, умений и навыков, как это может показаться на первый взгляд. Скорее наоборот, ограничение изучаемых дисциплин и увеличение числа академических занятий приводит к ускоренному темпу изучения той или иной дисциплины. Результатом данной интенсивной образовательной деятельности будет освоение дисциплин не за несколько семестров (как это сейчас практикуется в высшей школе Российской Федерации), а за один.

Может возникнуть вопрос о финансовой стороне этой инновационной технологии ведения образовательного процесса и его контроля. Рассмотрим все составляющие, которые могут повлиять на финансовую политику университета. С одной стороны, уменьшение количества дисциплин, изучаемых за семестр, ведет к уменьшению количества групп, изучающих одну дисциплину под руководством преподавателя, с другой стороны, происходит увеличение академических часов, выде-

ленных на изучение и контроль каждой дисциплины. Эти два показателя компенсируют друг друга. Таким образом, затраты на оплату труда преподавателей и вспомогательного персонала остаются на том же уровне, а качество и контроль над образовательным процессом значительно усиливаются.

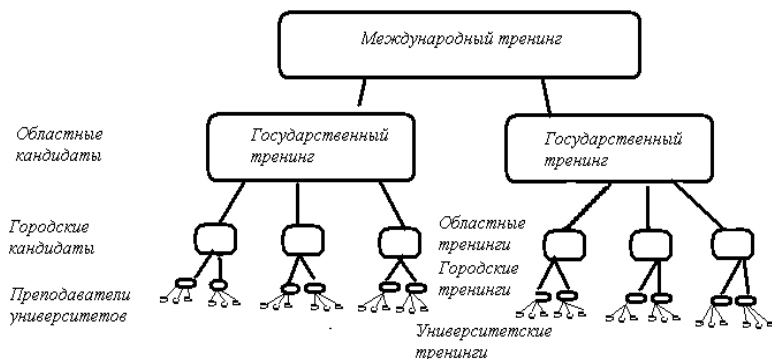
По нашему мнению, также целесообразно комбинирование самих методов ведения лекционных, практических и лабораторных занятий, что приведет к улучшению качества образовательной услуги. Галилео Галилей говорил: «Вы не можете научить человека чему-нибудь, Вы можете только помочь ему понять это самому». В части высших учебных заведений преподаватели придерживаются только одностороннего общения с потребителями, т.е. на лекционных занятиях обмен информацией происходит только от преподавателей к студентам, а на практических – наоборот.

В университетах, стремящихся к инновациям в образовании, используется метод «вовлечения» студентов путем задавания вопросов, как наводящих, так и логических, что позволяет заинтересовать аудиторию. Проводимые исследования «одностороннего» метода и метода «вовлечения» аудитории путем проведения опроса потребителей и в тестовой форме (содержащей вопросы по только что прослушанному лекционному материалу) показали, что только 53 % студентов из группы с «односторонней» лекцией смогли ответить хотя бы на 60 % вопросов, тогда как во второй группе почти 70 % опрошенных ответили на 75 % вопросов. Таким образом, основой инновационного образовательного процесса являются контакт с аудиторией, привлечение внимания и побуждение к анализу и творческому процессу познания.

Хотелось бы акцентировать внимание на методах улучшения обеспечения контроля над образовательным процессом, которые основываются на визуализации изучаемого материала и защите проектов в наглядной или же материальной форме. В вузах РФ постепенно этот метод начинает применяться, но порой недостаточно широко. Представление информации в презентационной форме помогает оценить уровень владения информацией студентом, а также является необходимой практикой защиты своих знаний и приобретенных навыков.

Обоснованный нами комплекс мероприятий, направленный на потребителей, позволяет повысить качество образовательного процесса. Для реализации данного комплекса мероприятий необходимы изменения в образовательной политике, знаниях и навыках преподавателей (источника). В Российской Федерации не в достаточной мере распространена как практика проведения курсов повышения квалификации внутри страны, так и практика международного обмена знаниями и принципами проведения занятий. Инновационный метод обеспечения контроля и управления качеством образовательных услуг включа-

ет в себя организацию постоянных тренингов для обмена опытом между преподавателями. Предполагается создание следующей системы обмена опытом: в рамках университета проходит отбор нескольких кандидатов, которые выходят на второй этап отбора, где выбираются преподаватели от региона, затем – от группы отраслевых вузов и в последнюю очередь – кандидаты от страны. После тренинга для обмена опытом проводится ряд тренингов внутри страны по обратной схеме, приведенной ниже:



В результате всех мероприятий, основанных на синтезе и взаимодополнении международных принципов образования, будет обеспечен и увеличен уровень управления качеством образовательного процесса. Успешная практика внедрения схожих комплексов мероприятий в зарубежных университетах, в частности в Восточно-Средиземноморском университете, доказывает, что контроль над процессом обучения может быть усовершенствован без больших финансовых затрат и структурных изменений. Студенты, изучавшие дисциплины с использованием новых образовательных технологий, отмечают, что результативность восприятия и изучения устных дисциплин заметно повысилась, заинтересованность потребителей также идет вверх.

Рассмотренный выше инновационный подход к управлению качеством образовательного процесса не приводит к усложнению или же ужесточению процесса обучения. Политика, направленная на максимизацию эффективности услуги образования, будет востребована как потребителем (студентом), так и государством.

*Кафедра «Техника и технологии производства нанопроductов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*

*Ю.А. Кондратьюк**

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УСЛУГ РЕМОНТНОГО ХОЗЯЙСТВА КАК ИНСТРУМЕНТ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ

Современные машиностроительные предприятия оснащаются дорогостоящим и разнообразным оборудованием, автоматизированными системами, роботизированными комплексами. Для бесперебойной работы оборудования с заданными точностными характеристиками требуется систематическое техническое обслуживание его и выполнение ремонтных работ и мероприятий по технической диагностике.

Ремонтное хозяйство предприятия представляет собой совокупность отделов и производственных подразделений, занятых анализом технического состояния технологического оборудования, надзором за его состоянием, техническим обслуживанием, ремонтом и разработкой мероприятий по замене изношенного оборудования на более прогрессивное и улучшению его использования. Выполнение этих работ должно быть организовано с минимальным простоем оборудования, в кратчайшие сроки и своевременно, качественно и с минимальными затратами.

Организационная и производственная структура ремонтных служб зависит от ряда факторов – типа и объемов производства, его технологических характеристик, развития кооперирования при выполнении ремонтных работ и др. Ремонтную службу предприятия возглавляет отдел главного механика предприятия (ОГМ). В состав ремонтного хозяйства крупного машиностроительного предприятия входят ремонтно-строительный цех, выполняющий ремонт зданий и сооружений, подчиненный отделу или управлению капитального строительства, электроремонтный цех (или мастерская), выполняющий ремонт энергооборудования и подчиненный главному энергетнику; ремонтно-механический цех, выполняющий ремонт технологического и других видов оборудования, изготовление сменных частей и находящийся в подчинении главного механика. Ремонтная база главного механика помимо ремонтно-механического цеха включает смазочное и эмульсионное хозяйство, склады оборудования и запасных частей. В крупных цехах есть также ремонтные базы или мастерские, находящиеся в ведении механика цеха [1].

* Работа выполнена под руководством канд. экон. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» М.К. Чарыковой.

Система ремонта и технического обслуживания в зависимости от характера и условий эксплуатации оборудования может функционировать в различных организационных формах: в виде послеосмотровой системы, системы периодических ремонтов или системы стандартных ремонтов. При системе послеосмотровых ремонтов по заранее разработанному графику выполняются осмотры оборудования, в процессе которых устанавливается его состояние и составляется ведомость дефектов. На основании данных осмотра определяются сроки и содержание предстоящего ремонта. Система периодических ремонтов и нормативная ее часть положены в основу типовой системы технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования. При этой системе планируются сроки и объемы ремонтных работ всех видов. Однако фактический объем работ корректируется при осмотре. Эта система находит наиболее широкое применение в машиностроении. При системе стандартных ремонтов объем и содержание их планируются и строго соблюдаются независимо от фактического состояния оборудования. Эта система базируется на точно установленных нормативах и применяется к оборудованию, неплановая остановка которого недопустима.

На основе расчетов разрабатывают годовые графики ППР, определяют трудоемкость предстоящих работ и устанавливают штат ремонтного персонала [2].

Ремонт и техническое обслуживание технологического оборудования на машиностроительных предприятиях осуществляют ремонтно-механические цехи и ремонтные службы цехов. В зависимости от доли работ, выполняемых производственными, ремонтно-механическими цехами и цеховыми ремонтными службами, различают три формы организации ремонта: централизованную, децентрализованную и смешанную. При централизованной форме все виды ремонта, а иногда и техническое обслуживание производит ремонтно-механический цех предприятия (РМЦ). При децентрализованной они выполняются силами цеховых ремонтных баз (ЦРБ). На этих же базах изготавливают новые и восстанавливают изношенные детали. При смешанной форме наиболее трудоемкие работы (капитальный ремонт, модернизация оборудования, изготовление запасных частей и восстановление изношенных деталей) проводятся в РМЦ, а техническое обслуживание и текущие ремонты – силами ЦРБ, комплексными бригадами слесарей, закрепляемых за отдельными участками. С увеличением доли сложного, прецизионного и автоматического оборудования, с повышением требований к качеству продукции наметилась тенденция перехода от децентрализованной формы к смешанной.

Пути сокращения простоя оборудования в ремонтах – важная организационно-экономическая задача. Ее решение приводит к уменьшению парка оборудования (или к увеличению выпуска продукции),

повышению коэффициента его использования. Время простоя оборудования в ремонте сокращается при узловом и последовательно-узловым методами ремонта. При узловом методе ремонта отдельные узлы заменяются запасными (оборотными), заранее отремонтированными или новыми. Применение такого метода экономически целесообразно для ремонта одномоделльного оборудования. При последовательно-узловым методе требующие ремонта узлы ремонтируются не одновременно, а последовательно, во время перерывов в работе станка (например, в нерабочие смены). Этот метод применим для ремонта оборудования, имеющего конструкционно обособленные узлы, которые могут быть отремонтированы и испытаны отдельно (конвейерное оборудование литейных цехов, автоматы, агрегатные станки). Внедрение узлового и последовательно-узлового методов ремонта является важнейшим условием проведения трудоемких ремонтов в выходные и праздничные дни, а в условиях массового, особенно автоматизированного, производства это единственный путь выполнения капитального и других видов трудоемких ремонтов без остановки производства.

Прогрессивным направлением организации ремонтного хозяйства является создание ремонтных баз на предприятиях-изготовителях оборудования. При такой организации предприятия-изготовители становятся более заинтересованными в совершенствовании конструкций изделий, повышении их ремонтпригодности и равноизносостойкости отдельных их частей. Особо важное значение имеет развитие фирменного ремонта такого оборудования, как станки с ЧПУ, автоматизированные и роботизированные комплексы [3].

Важнейшая задача – добиться, чтобы все предприятия, эксплуатирующие оборудование, а также специализированные ремонтные предприятия были обеспечены запасными деталями. Все виды ремонтов выполняются за счет ремонтного фонда.

Основными направлениями совершенствования ремонтного хозяйства и повышения эффективности его функционирования могут быть:

- в области организации производства – развитие специализации и кооперирования в выпуске основной продукции, в организации ремонтного хозяйства;
- в области планирования воспроизводства ОПФ – применение научных подходов и методов менеджмента;
- в области проектирования и изготовления запасных частей – унификация и стандартизация элементов запасных частей, применение систем автоматизированного проектирования на основе классификации и кодирования, сокращение продолжительности проектных работ и повышение их качества;

- в области организации работ – соблюдение принципов рациональной организации производства (пропорциональности, параллельности и др.), применение сетевых методов и ЭВМ;
- в области технического надзора, обслуживания и ремонта ОПФ – развитие предметной и функциональной специализации работ, повышение технического уровня ремонтно-механического цеха, усиление мотивации повышения качества труда и др. [4].

Эффективность работы ремонтного хозяйства во многом предопределяет себестоимость выпускаемой продукции, ее качество и производительность труда на предприятии, так как удельный вес затрат на содержание и ремонт оборудования в себестоимости продукции достигает 10 %. Главной причиной значительных затрат на ремонт и техническое обслуживание технологического оборудования является его низкое качество, вследствие чего затраты в сфере эксплуатации продукции машиностроения за нормативный срок использования в 25 раз больше ее цены. По сравнению с лучшими зарубежными образцами аналогичного класса отечественное технологическое оборудование и транспортные средства требуют в 3 – 5 раз больше средств на техническое обслуживание, использование и ремонт. В свою очередь, низкое качество отечественной продукции машиностроения объясняется низким качеством маркетинговых исследований, и как итог – удельный вес отечественной продукции машиностроения, конкурентоспособной на внешнем рынке, составил в 2005 г. всего около 1 %. Отсюда следует, что эффективность ремонтного хозяйства зависит как от качества технологического оборудования, закладываемого на стадиях стратегического маркетинга и реализуемого на стадии производства, так и от уровня организации работы ремонтного хозяйства в сфере потребления оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фатхутдинов, Р.А. Организация производства / Р.А. Фатхутдинов. – М. : Инфра-М, 2000.
2. Организация и планирование машиностроительного производства / под ред. М.И. Ипатова. – М. : Высшая школа, 1998.
3. www.retail.ru – электронный еженедельник «RETAIL».
4. ek-lit.agava.ru – библиотека деловой и экономической литературы.

Кафедра «Менеджмент» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

1. *Морозов В.В., Манаенков А.М.* ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ
МАРКЕТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОИСКА И
АНАЛИЗА ТОВАРОВ И УСЛУГ (ГИМС) 3
2. *Бабичев А.М.* РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО
АДМИНИСТРИРОВАНИЯ СЕТЕВЫХ КЛИЕНТОВ НА
ОСНОВЕ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ 6
3. *Уфимцев А.Н.* РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ЗАЯВЛЕНИЙ В СУДАХ 10
4. *Меркина Е.А.* РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ
ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ 12
5. *Руднев А.А.* РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНЫХ
ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И ТРЕНИНГА
ПЕРСОНАЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИРТУАЛЬНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ 16
6. *Паладьев В.В.* ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
ПОДДЕРЖКИ ИССЛЕДОВАНИЙ 19
7. *Борисяк А.А.* БАЗА ЗНАНИЙ «МАШИНЫ И АППАРАТЫ
ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ» 22
8. *Остроухов А.В.* ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ 26

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ, ПРИБОРЫ

9. *Князев И.В., Дубовицкая О.Ю., Глистин В.Н.*
ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ФИЛЬТРА ТРЕТЬЕГО
ПОРЯДКА ДАЛЬНОМЕРНОГО КАНАЛА 30
10. *Другов К.М., Подколзина Л.А.* СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ
НАЗЕМНЫХ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ 33
11. *Султани М.Ф.* МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОФАЗОВОГО
ИНВЕРТОРА 38

12.	<i>Мельник О.В.</i> АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ	41
13.	<i>Стасенко К.С.</i> АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ	45
14.	<i>Акуленко Д.В., Агапов А.Н., Проценко И.Г.</i> ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМИСТОРА ПРЯМОГО ПОДОГРЕВА	49
15.	<i>Остапенко О.А., Голощанов А.А.</i> ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ	53
16.	<i>Проценко И.Г.</i> СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ В СТАЛЯХ	56
17.	<i>Хованов А.В.</i> ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР	59
18.	<i>Пудовкина Е.В.</i> ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА	63
19.	<i>Миргородец А.С.</i> СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДИСПЕТЧЕРА АЭРОДРОМНОЙ ЗОНЫ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ОЧЕРЕДИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ	66
20.	<i>Милюков С.О.</i> ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ПОЛИГРАФА ПУТЕМ СОПРЯЖЕНИЯ С ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СИСТЕМОЙ	70
21.	<i>Дивина Д.А., Петрашева М.А.</i> ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ РЕГУЛЯРНОГО РЕЖИМА ТРЕТЬЕГО РОДА	73
22.	<i>Власова Е.В.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИОДА В РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ	77
23.	<i>Глызин В.В., Рыжов А.И.</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ СИНТЕЗА АЛГОРИТМОВ СОПРОВОЖДЕНИЯ МАНЕВРИРУЮЩИХ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ	80

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЕ

24. *Барышников Р.В.* РАЗРАБОТКА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПЛАНЕТАРНОЙ МЕЛЬНИЦЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НАНОПОРОШКОВ МЕТОДОМ САМОИСТИРАНИЯ84
25. *Любимов В.С., Хохлов П.А., Мележик А.В.* ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА ИЗМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ РАСТВОРОВ С УГЛЕРОДНЫМ НАНОМАТЕРИАЛОМ 88
26. *Кучерова А.Е., Бураков А.Е., Герасимова Ю.А., Заикин А.С., Яцишина О.Ю.* УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ – МОДИФИКАТОР АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД91
27. *Бирюков А.В.* О ПАТЕНТОВАНИИ ОБЪЕКТОВ НАНОИНДУСТРИИ 94
28. *Герасимова Ю.А., Бураков А.Е., Кучерова А.Е., Заикин А.С., Яцишина О.Ю.* ТОНКАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВЫХ СРЕД 98
29. *Яцишина О.Ю., Бураков А.Е., Заикин А.С., Герасимова Ю.А.* ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРА ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ СВЕРХТОНКОГО ОБЕСПЫЛИВАНИЯ102
30. *Проценко И.Г.* СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРО- И НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ И ПЛЕНОК МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ106
31. *Кобзев П.В., Космыгин Ф.Г.* ПОЛУЧЕНИЕ ОКТАНОПОВЫШАЮЩЕЙ ДОБАВКИ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОГО СПИРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ109

БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

32. *Лядов М.А., Фареев С., Дьякова Д.А.* ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНСУЛЬТА 113
33. *Лядов М.А.* РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СКРИНИНГ-ДИАГНОСТИКИ ЗДОРОВЬЯ ШКОЛЬНИКОВ117
34. *Ощурков В.Ю.* ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЗДНО ПРИШЕДШИХ ФОТОНОВ ДЛЯ ДИФFUЗИОННОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ 121

35. *Пересыпкина Е.Н.* АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ
ОПТОЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ
ЗАБОЛЕВАНИЙ КОЖИ125
36. *Стрыгина Е.В.* ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ГЕМОДИНАМИКИ ДЛЯ МОНИТОРИРОВАНИЯ
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ 129
37. *Голубятников О.О.* ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДАТЧИКА
ВЫЯВЛЕНИЯ «КРИТИЧЕСКОГО» СОСТОЯНИЯ
АЛЬФА-РИТМА133
38. *Черникова А.М., Чичканова О.В.* ТЕПЛОВИЗИОННАЯ
ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ
И ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ 136
39. *Истомина А.И., Пересыпкина Е.Н.* ОПТИЧЕСКАЯ
СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛИТА 140
40. *Кобозева О.Н., Полякова А.В., Кузнецов И.А.*
ВОССТАНОВЛЕНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ,
ПОЛУЧЕННОЙ АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ
СИСТЕМОЙ СВЯЗИ В СЛОЖНЫХ МЕТЕОУСЛОВИЯХ ... 144
41. *Потлов А.Ю., Галев К.И.С.* УВЕЛИЧЕНИЕ ГЛУБИНЫ
ЗОНДИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ В
ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ148

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

42. *Павлова А.А.* ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРРАГИНАНА В
ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЙНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ 152
43. *Кабаргин С.Г., Малина М.В., Ланцов В.В.* ВЛИЯНИЕ ВИДА
ДРЕВЕСНОЙ ЩЕПЫ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА
КОПЧЕНОГО ПРОДУКТА 155
44. *Ларионова Е.П.* ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА
ПОДЪЕМ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ
ДРОЖЖЕВОГО СЛОЕНОГО ТЕСТА 158
45. *Апаршева В.В.* РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ 162
46. *Темнов М.С.* РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ
ТЕРМОСТОЙКОГО СЫРНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ
ПОВТОРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ166
47. *Темнова В.С.* ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ
СВОЙСТВ СЫРНОГО СОУСА 170

48. <i>Леонова Е.Э.</i> ПРОЕКТ ПЕРЕРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ ПИВОВАРЕННЫХ, СПИРТО- И МОЛОКОЗАВОДОВ	174
49. <i>Хворова Д.А.</i> ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ АРАХИСА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНФЕТ	177
50. <i>Прохорова Е.П., Куренкова С.Ю.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТАДИИ ПРОИЗВОДСТВА СМЕТАНЫ	180
51. <i>Леонов Д.В., Смолихина П.М.</i> ОБОГАЩЕНИЕ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ЙОДОМ	184
52. <i>Хруслова О.В., Сергеева М.Ю.</i> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ	188
53. <i>Рыбкина А.Д.</i> АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕДЕНЦОВОЙ КАРАМЕЛИ	192

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ТЕХНОЛОГИЙ

54. <i>Рябова Е.А., Ларионова Е.П.</i> К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОГО СМЕШЕНИЯ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВЫСОКОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ ДОЗИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ	197
55. <i>Рябова Е.А.</i> К РАСЧЕТУ МАССОПЕРЕНОСА В НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗЕ С УЧЕТОМ СТЕПЕНИ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ	201
56. <i>Брыксин Д.Г., Куртаков С.В.</i> КОНСТРУКТИВНАЯ РАЗРАБОТКА АППАРАТА ВИХРЕВОГО СЛОЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	204
57. <i>Садкина З.А.</i> О ПРОБЛЕМАХ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК	207
58. <i>Ерошин И.В., Гагулин С.В., Кириллов Д.В., Шарый Ю.В.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССОВ НЕПРЕРЫВНОГО СМЕШЕНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОРЦИОННОМ МИКРОДОЗИРОВАНИИ ОДНОГО ИЗ КОМПОНЕНТОВ ..	211

59. *Неизвестная С.В.* ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ МЕЗОФАЗНЫХ МЕЗОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССАХ ПОЛУЧЕНИЯ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ 215
60. *Эктов А.В., Логачева А.А., Баев А.В.* УТИЛИЗАЦИЯ ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ 219
61. *Кондрашков А.С., Николюкин М.М.* ПОЛУЧЕНИЕ ДЛИННОМЕРНЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА 222
62. *Брыксин Д.Г., Куртаков С.В.* КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕТАНОЛИЗА В РЕАКТОРЕ ВИХРЕВОГО ТИПА 227
63. *Пачин В.В.* СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ УПАКОВОЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 231
64. *Бельков А.И., Выжанов А.В.* ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКООКТАНОВОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ ВВОДА В БЕНЗИН ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛЕНА 235
65. *Куницкий А.В., Труфанов Д.Н.* УДАЛЕНИЕ СОЛЕЙ ИЗ СУСПЕНЗИЙ ОРГАНИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ 238
66. *Розанов М.С., Богачев Д.А., Чернов Г.А.* УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫХОДА БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕГОНКЕ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАДИИ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ И ВВЕДЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРА В НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ ФОРМЕ 242

ЭНЕРГЕТИКА, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

67. *Попова Е.В., Калинина О.Н.* АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ 246

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО, ТРАНСПОРТ

68. *Беляев В.П.* РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ К ДОРОЖНЫМ БИТУМАМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТНОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В СФЕРЕ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА 250

69. <i>Гришина В.А.</i> РАЗРАБОТКА И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА	254
70. <i>Ерофеев А.В., Солопов Д.Ю., Овчаренко Е.А.</i> ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ДЕКОРАТИВНО-ЗАЩИТНОЙ ПЛИТЫ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ФАНЕРЫ С ДЕКОРАТИВНЫМ СЛОЕМ ИЗ ОПИЛОК	257
71. <i>Меркулов С.А., Крушинский Л.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МОДИФИКАЦИИ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТАМИ И ТЕРМОПЛАСТАМИ	261
72. <i>Околелов М.М.</i> РАЗБИВКА ТРАССЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ	265
73. <i>Суспицына К.Ю.</i> ТЕРМИЧЕСКОЕ РАСШИРЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ	267
74. <i>Илясов И.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИН ТРЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИСТИРАЕМОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	270

**ЭКОНОМИКА,
УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ**

75. <i>Гавриков В.А.</i> АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА АВТОТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ	274
76. <i>Зяблова А.М.</i> ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	278
77. <i>Кондратюк Ю.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УСЛУГ РЕМОНТНОГО ХОЗЯЙСТВА КАК ИНСТРУМЕНТ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ	282